

УДК 553.98

К.О. Соборнов

Возможности наращивания ресурсной базы газодобычи в складчатых поясах России

Ключевые слова:
ресурсы,
нефть и газ,
складчатый пояс,
Арктика,
сланцы.

Keywords:
resources,
oil and gas,
fold belt,
the Arctics,
shales.

Ретроспективный анализ результативности поисково-разведочных работ (ПРР) на нефть и газ в России и за рубежом показывает, что их эффективность имеет циклический характер и практически повсеместно определялась благоприятным сочетанием двух ключевых факторов: выбором наиболее перспективных направлений ПРР и соответствующих геотехнологий. Наличие этих факторов обеспечивало крупные серийные открытия.

Примером могут служить открытия крупных нефтяных залежей в девонских песчаниках Волго-Уральской нефтегазоносной провинции в 1940–1950 гг. Стремительный прирост запасов в этом регионе стал возможным благодаря широкому применению структурного бурения, которое в условиях этого региона позволяло оперативно подготовить большое количество перспективных структур. Быстрый рост минерально-сырьевой базы (МСБ) газодобычи на севере Западной Сибири в 1960–1970 гг. был обусловлен установлением уникальной продуктивности сеноманских отложений и подготовкой структур за счет массивированного применения сейсморазведки как основной геотехнологии подготовки объектов бурения. Сокращение фонда перспективных объектов, снижение качества его подготовки и уменьшение размеров открываемых месторождений неизбежно приводили к уменьшению эффективности геологоразведочных работ (ГРР) на данном направлении, что побуждало к поиску новых альтернативных возможностей.

Успешное развитие ресурсной базы добычи нефти и газа до распада СССР за счет открытия крупных и крупнейших месторождений в Западной Сибири, Прикаспии и других регионах обеспечило огромный «запас прочности» топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России. Однако к настоящему времени произошло ухудшение структуры МСБ и сокращение активных запасов крупных базовых месторождений нефтегазодобычи. В этих условиях особую актуальность приобретает определение новых перспективных направлений ГРР.

Анализ современной изученности нефтегазоносных регионов России и состояния технологий ГРР показывает, что в настоящее время существуют три новых направления работ, потенциально способных обеспечить повышение результативности поисков нефти и газа и значительное увеличение ресурсной базы, – поиски нефти и газа в арктических акваториях, возможное освоение нетрадиционных источников газа, опосредованное складчатых поясов. Выделение этих направлений не означает, что другие (в том числе традиционные) не представляют интереса. Их значение сводится к тому, что они могут внести качественные изменения в ход развития сырьевой базы добычи и послужить основой нового цикла в развитии МСБ.

Выбор Арктики в качестве нового центра развития МСБ выглядит весьма убедительно по результатам изучения и опосредованного освоения новых нефтегазоносных территорий. Очевидно, что Арктика представляет собой последний практически нетронутый крупный регион для поисков нефти и газа. Большинство экспертов оценивают нефтегазовый потенциал российского сектора Арктики в 100 млрд т н.э., причем большая часть этих ресурсов будет представлена газом. Основным затруднением при освоении арктического нефтегазового потенциала являются удаленность и экстремальные климатические условия, предъявляющие высочайшие требования к техническим средствам для безопасного проведения работ. Реализация проектов будет чувствительна к колебаниям рыночной конъюнктуры. В силу этих об-

стоятельств, как показывает история освоения Штокмановского месторождения, разработка углеводородных ресурсов может растянуться на длительный период.

Увеличение ресурсной базы углеводородов возможно и за счет нетрадиционных источников углеводородов, в том числе сланцевого газа. Ощутимых успехов в освоении газового потенциала сланцевых толщ добились в США и Канаде. В России также известны месторождения сланцев, однако их ресурсы в настоящее время не столь велики.

Попытки разработки отложений баженоской и доманиковой свит – аналогов сланцевых толщ – предпринимались неоднократно, в ряде случаев весьма удачно. Однако эти ресурсы остаются трудноизвлекаемыми. С экономической точки зрения их широкомасштабная разработка представляется затратной и рискованной. В будущем при более благоприятном налоговом режиме, удешевлении технологий горизонтального бурения и многократного гидроразрыва, вероятно, повысится привлекательность добычи нефти сланцевых толщ. Пока же вовлечение в освоение газового потенциала сланцевых толщ в России не является актуальным направлением.

Другим важным источником прироста запасов нефти и газа могут стать складчатые пояса. Этот источник восполнения ресурсной базы России представляется незаслуженно недооцененным. В силу того что нефтяная промышленность мира зародилась в предгорных складчатых поясах, их рассмотрение в качестве перспективного источника нефти и газа может показаться парадоксальным. На первый взгляд это предположение противоречит популярному утверждению, что крупные месторождения открываются первыми.

В связи со сложностью геологического строения территорий складчатых областей геотехнологии, применяемые в прошлом, позволяли выявлять только самые простые структурные объекты. Вместе с тем, в силу особенностей строения этих областей часто наблюдается несоответствие структурных планов на разных глубинных и стратиграфических уровнях. По этой причине выявление многих перспективных для поисков углеводородов объектов требует применения полного арсенала новейших технических средств. Новые методы сейсморазведки, исследование потенциальных полей и магнитотеллурического зонди-

рования, бурение «умных скважин», геохимические и дистанционные исследования, а также интегрированная интерпретация всей совокупности данных, проведение бассейнового моделирования позволяют выявлять крупные поисковые объекты там, где это было невозможно в прошлом. Это открывает дополнительные возможности для успешного проведения поисков нефти и газа, включая «старые» районы нефтедобычи. Существует немало фактов, свидетельствующих о том, что применение новых технологий ГРП и передовых методов интерпретации данных может привести ко «второму рождению» старых нефтегазодобывающих регионов.

Со складчатыми поясами и передовыми прогибами в мире связаны крупнейшие скопления нефти и газа. Достаточно привести примеры Персидского залива и Венесуэлы, обладающих максимальными концентрациями нефтегазовых ресурсов в мире. В пределах 25 основных нефтегазоносных провинций мира, связанных со складчато-надвиговыми структурами (поясами), запасы нефти и газа составляют 710 млрд барр. (113 млрд т) [1]. Важной особенностью складчатых поясов является то, что в их пределах гораздо чаще, чем в платформенных районах, встречаются крупные месторождения нефти и газа. В целом, месторождения складчато-надвиговых поясов обеспечивают значительную часть добычи в Иране, Ираке, Сирии, Венесуэле, Колумбии, Индонезии, Китае, Индии, США, Канаде, Кубе, Румынии.

Несмотря на то, что первые месторождения нефти в бассейне Персидского залива были открыты в складчатом поясе Загрос в Иране в 1908 г. и в изучении этого района в разное время приняли участие многие крупнейшие компании мира, важные открытия в этом регионе делаются и в настоящее время [2]. Согласно оценке Геологической службы США, складчатый пояс Загрос и сейчас представляет наибольший поисковый интерес в бассейне Персидского залива. В базовом сценарии совокупные неоткрытые традиционные ресурсы нефти этого бассейна составляют 86 млрд барр. (13,7 млрд т), газа – 336 трлн куб. футов газа (9,5 трлн м³). При этом в складчатом поясе Загрос, который составляет лишь 20 % площади бассейна Персидского залива, доля неоткрытых традиционных ресурсов оценивается в 45 % по нефти и 87 % по газу.

Основными геологическими предпосылками высоких перспектив поисков залежей нефти и газа в складчато-надвиговых поясах являются: наличие высокоамплитудных складок, обеспечивающих большую высоту залежей, что в совокупности с повышенной трещиноватостью массивных резервуаров способствует высокой продуктивности нефтегазоносных отложений; увеличенная толщина и стратиграфическая полнота осадочного разреза; большое число глинистых покровов. Характерным является присутствие рифов, в том числе барьерных, которые формировались на континентальных окраинах, позднее трансформированных в складчатые пояса. Типичной для складчато-

надвиговых поясов является высокая зрелость нефтегазоматеринских отложений.

Опыт проведения ГРП в различных складчатых поясах мира позволил выявить ряд особенностей, которые ранее не принимались во внимание в качестве положительных аргументов при оценке перспектив нефтегазоносности этих зон. К ним относятся зоны послонных срывов (детачменты), надвиги обратной (встречной) вергенции, тектонические утолщения (телескопирование) пластичных горизонтов, латеральные ramпы и др. Наличие подобных явлений создает дисгармоничность деформаций, при которой поверхностный структурный план не соответствует глубинному. Ошибки в струк-

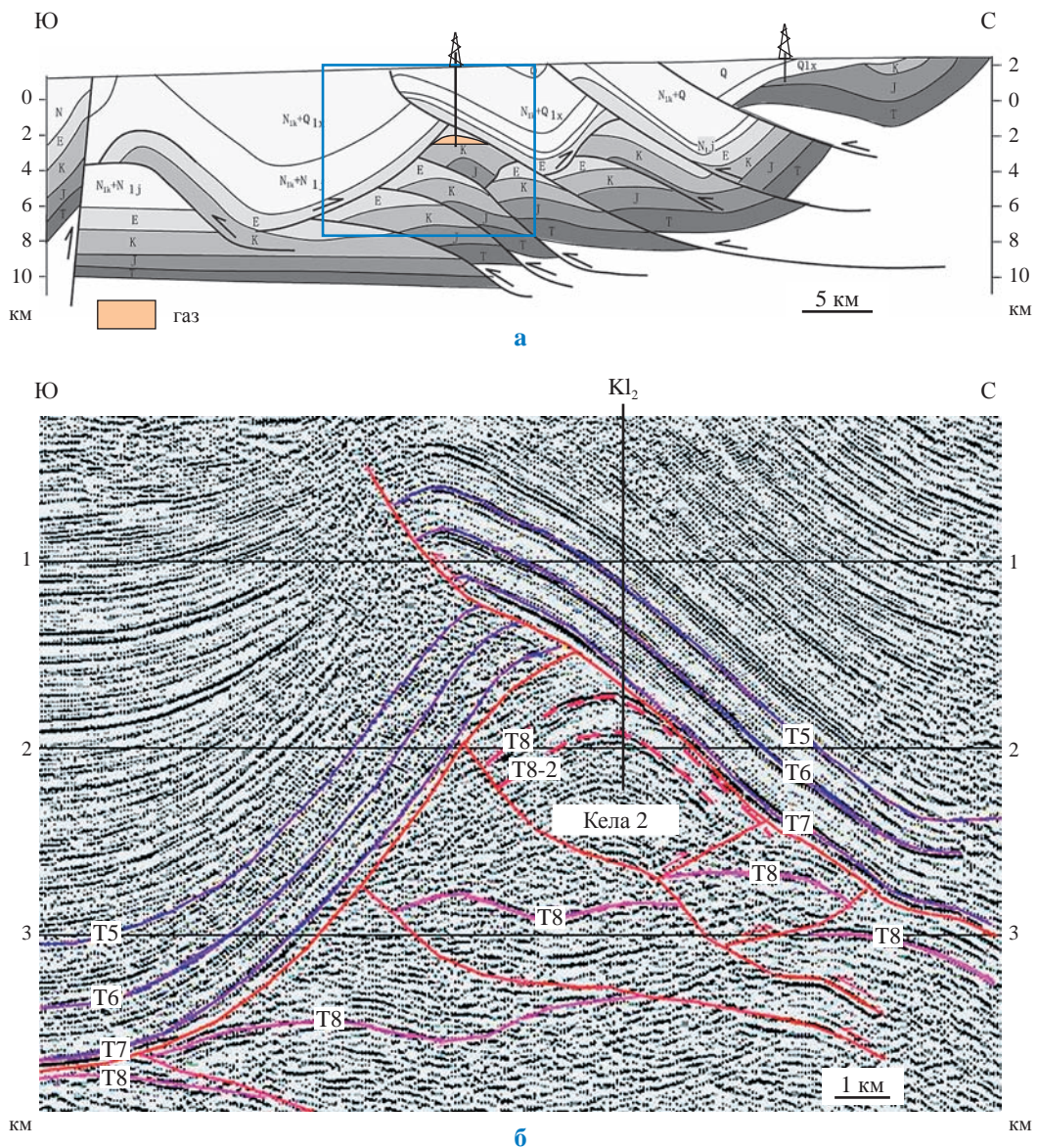


Рис. 1. Геологический (а) и сейсмический (б) разрезы зоны сочленения Таримского бассейна и Тянь-Шаня (по работе [3] с дополнениями)

турной интерпретации часто вели к неверному определению скоростных характеристик при создании сейсмогеологических моделей. В результате возникали систематические ошибки в определении мест заложения скважин и их глубин. Из-за несоответствия структурных планов разных стратиграфических уровней скважины, заложенные на основе данных о строении верхних горизонтов чехла, оказывались за пределами перспективных объектов.

Иллюстрацией к сказанному могут служить результаты недавних открытий в Китае. Крупные скопления газа были открыты в складчатых зонах, обрамляющих Таримский бассейн. Согласно рис. 1, ловушки газа связаны со сложной вдвиговой дуплексной системой деформаций, за счет которой глубинные складки не имеют отражения в приповерхностных слоях. Очевидно, что подобные открытия в прошлом могли быть сделаны только случайно.

Изучение геолого-геофизических данных, характеризующих строение складчато-надвиговых поясов в различных районах России, показывает, что в их пределах выявляются те же особенности, которые установлены и в зарубежных аналогах. На рис. 2 приведен схематический геологический разрез складчатых

предгорий Пай-Хоя и северо-восточной части Тимано-Печорского бассейна с выделением основных типов ловушек нефти и газа. Новые сейсмические данные свидетельствуют о наличии крупных перспективных антиклинальных структур, рифов и зон срезания продуктивных отложений.

На рис. 3 схематически показано положение складчато-надвиговых поясов на суше России, которые могут представлять большой нефтегазопромысловый интерес.

В существенных объемах ПРП на нефть и газ проводились в зоне передовой складчатости Урала и Кавказа. Остальные районы либо не изучены, либо их изученность соответствует региональной стадии (Таймыр, Верхоянье и др.). Наиболее значимым результатом этих работ стало открытие уникального Вуктыльского газоконденсатного месторождения (1964 г.), а также крупных залежей в погруженных верхнеюрско-меловых отложениях Терско-Каспийского прогиба [4].

Актуальность постановки поисковых работ на нефть и газ в России особенно важна, в силу того что именно в пределах суши Северной Евразии, образованной сложной мозаикой литосферных плит, складчатые пояса имеют

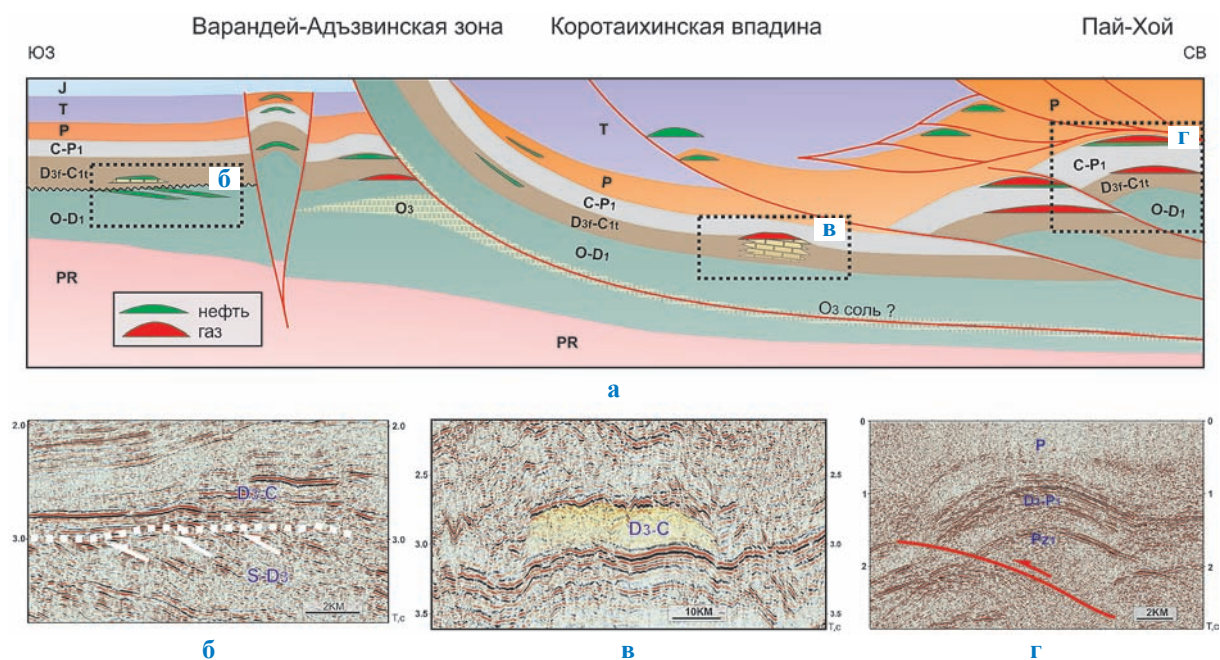


Рис. 2. Схематический геологический разрез складчатых предгорий Пай-Хоя и северо-восточной части Тимано-Печорского бассейна с выделением основных типов ловушек нефти и газа (а); фрагменты сейсмических разрезов, иллюстрирующие связанные с ними типы ловушек: б – стратиграфическое срезание пластов; в – риф; г – надвиговая антиклиналь (по данным ОАО «Нарьянмаргеофизика» и ОАО «Севморнефтегеофизика»)



Рис. 3. Перспективные складчатые пояса на суше России (с продолжением в акватории):

1 – Туапсинский, 2 – Кубанский, 3 – Терекско-Каспийский, 4 – кряжа Карпинского, 5 – Уральский, 6 – Тиманский, 7 – Таймырский, 8 – Енисейский, 9 – Кузнецкий, 10 – Патомский, 11 – Верхоянский, 12 – Индигиро-Зырянский, 13 – Восточно-Камчатский, 14 – Сахалинский

наиболее широкое распространение (в отличие от других континентов). Этим обусловлена как большая площадь перспективных районов (не менее 2 млн км²), так и чрезвычайное многообразие структурных деформаций, что создает предпосылки для новых крупных открытий. Некоторые складчатые пояса (например, Урал и Кавказ) находятся в районах с развитой нефтегазовой инфраструктурой, что позволит снизить затраты на ГРП и сократить их сроки. Кроме того, проведение ГРП в Арктике потребует привлечения зарубежных технологий и инвестиций, тогда как эти работы на территории складчатых поясов могут осуществляться на основе существующих российских

технологий, что важно в условиях политической и экономической нестабильности.

Таким образом, проведение ПРП в пределах складчатых поясов с использованием современных технологий может стать основой нового цикла развития ресурсной базы добычи газа в России. Вероятно, активное проведение работ в этом направлении позволит получить значительный экономический эффект по сравнению со сложными и дорогостоящими работами в акваториях Арктики и по разработке сланцевых толщ.

Автор выражает благодарность Д.А. Астафьеву и В.С. Шеину за обсуждение вопросов, рассмотренных в настоящей статье.

Список литературы

1. Roeder D. Fold-thrust belts at peak oil / D. Roeder, G.P. Goffey, J. Craig, T. Needham et al. // *Hydrocarbons in contractual belts*. Geological society. – London, 2010. – V. 348. – P. 7–31.
2. Assessment of undiscovered conventional oil and gas resources of the arabian peninsula and zagros fold belt. – 2012. – <http://pubs.usgs.gov/fs/2012/3115/FS12-3115.pdf>
3. Xu Shilin. Kela-2: a major gas field in the Tarim Basin of west China / Xu Shilin, Lu Xiuxiang, Sun Zhonghua et al. // *Petroleum Geoscience*. – 2004. – V. 10. – P. 95–106.
4. Клещев К.А. Тектоника литосферных плит и проблемы нефтегазоносности надвиговых структур на территории СССР / К.А. Клещев, В.С. Шеин, К.О. Соборнов // *Геодинамика и нефтегазоносность осадочных бассейнов СССР*. – М.: ВНИГНИ, 1991. – С. 4–52.
5. Соборнов К.О. Складчато-надвиговые пояса: основа нового цикла наращивания ресурсной базы добычи нефти и газа в России? / К.О. Соборнов // *Геология нефти и газа*. – 2014. – № 2. – С. 64–71.

References

1. Roeder D. Fold-thrust belts at peak oil / D. Roeder, G.P. Goffey, J. Craig, T. Needham et al. // *Hydrocarbons in contractual belts*. Geological society. – London, 2010. – V. 348. – P. 7–31.
2. Assessment of undiscovered conventional oil and gas resources of the arabian peninsula and zagros fold belt. – 2012. – <http://pubs.usgs.gov/fs/2012/3115/FS12-3115.pdf>
3. Xu Shilin. Kela-2: a major gas field in the Tarim Basin of west China / Xu Shilin, Lu Xiuxiang, Sun Zhonghua et al. // *Petroleum Geoscience*. – 2004. – V. 10. – P. 95–106.
4. Klechev K.A. Tectonics of lithosphere plates and problems of oil-gas bearing capacity of overthrust structures on the territory of the USSR / K.A. Klechev, V.S. Shein, K.O. Sobornov // *Geodynamics and oil-gas bearing capacity of sedimentation basins of the USSR*. – М.: VNIGNI, 1991. – P. 4–52.
5. Sobornov K.O. Fold-thrust belts: foundation of a new oil and gas production resource base buildup cycle in Russia? / K.O. Sobornov // *Oil and gas geology*. – 2014. – № 2. – P. 64–71.