

Перспективы поисков и освоения крупных месторождений нефти и газа в мегарезервуарах северной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции

В.Л. Шустер

Институт проблем нефти и газа РАН, г. Москва, Россия
E-mail: tshuster@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены перспективы поисков и дополнительного прироста запасов газа и нефти в меловых, юрских и доюрских отложениях в северной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, включая арктический шельф Карского моря. Обоснована экономическая целесообразность проведения поисково-разведочных работ и освоения нефтегазовых ресурсов в арктических условиях на крупных структурах, в пределах которых можно ожидать наличие мегарезервуаров. Детализированы условия формирования крупных и гигантских скоплений углеводородов; рассмотрены вопросы, связанные с их приуроченностью к ловушкам различных типов. Предложены меры достижения рентабельности и эффективности поисково-разведочных работ на нефть и газ в сложных природно-климатических условиях Арктики.

Ключевые слова: крупные скопления нефти и газа, мегарезервуары углеводородов, объем ловушки, арктический шельф России, резервуары нового типа, эффективное освоение ресурсов.

Для цитирования: Шустер В.Л. Перспективы поисков и освоения крупных месторождений нефти и газа в мегарезервуарах северной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Актуальные проблемы нефти и газа. 2022. Вып. 4(39). С. 68–74. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2022-39.art6>

Введение

В арктических регионах России, включая шельф северных морей, прогнозируются значительные нефтегазовые ресурсы углеводородов (УВ). Здесь открыты крупные и гигантские залежи газа и нефти. Так, в меловых и верхнеюрских отложениях северной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, включая шельф Карского моря, разрабатывается ряд газовых гигантов, а в юрских – получены промышленные притоки нефти. В то же время нижняя часть разреза полноценно не опоскована.

Открытые в последние годы нефтяные и газовые залежи в сланцевых формациях [1, 2] приурочены, как правило, к ловушкам комбинированного типа.

Северные регионы страны, особенно шельф арктических морей, характеризуются

сложными, экстремальными природно-климатическими условиями. В северных районах страны слабо развита инфраструктура, транспортные связи. Есть проблема и с трудовыми ресурсами. В значительной степени тормозит поисково-разведочный процесс и последующее освоение запасов нефти и газа отсутствие некоторых современных видов технических и транспортных средств и эффективных технологий. Все это влияет на успешное и эффективное осуществление нефтегазовых проектов в северных регионах страны. При ранее существующих ценах на газ и на нефть освоение нефтегазовых ресурсов мелких и средних по запасам (а иногда и единичных крупных) месторождений оказывалось нерентабельным. И даже крупные по запасам месторождения газа, открытые в Карском море, не разрабатывались.

На арктическом шельфе только крупные и гигантские по запасам месторождения УВ или объединение нескольких месторождений в единый промысловый объект могут обеспечить рентабельность и эффективность проектов. В настоящее время ПАО «Газпром» на Приамальском шельфе Карского моря проводит геологоразведочные работы в двух газоперспективных районах (кластерах): Приамальском (основное ресурсобразующее газоконденсатное месторождение Ленинградское, с запасами около 3 трлн м³) и Обручевском (Обручевский, Северо-Харасавейский, Западно-Шараповский лицензионные участки) с соизмеримыми Приамальскому району запасами УВ [3].

Как показывает мировая и российская практика, крупные и гигантские месторождения УВ приурочены к значительным по площади и объему (большим) резервуарам – мегарезервуарам. Условием формирования крупных месторождений, помимо объема резервуара

(ловушки), являются его строение, литолого-фациальный состав, ФЕС пород-коллекторов, надежность флюидоупоров, тип экранирования ловушек, геохимические и геофлюидодинамические параметры разреза [1–6]. Для достоверного прогноза продуктивности мегарезервуаров нефти и газа важны количественные оценки этих параметров.

Целый ряд крупных и гигантских нефтяных и газовых месторождений приурочен к многозалежным мегарезервуарам с ловушками антиклинального и неантиклинального типов. Такие месторождения, как Бованенковское, Новопортовское, Харасавейское характеризуются многоярусной газонасыщенностью разреза от меловых до юрских отложений, залежами антиклинального (в верхнемеловых отложениях) и неантиклинального (в нижнемеловых и юрских коллекторах) типов. На ряде месторождений (Бованенковское и др.) в отложениях нижних частей разреза выявлены нефтяные оторочки [7], см. рис. 1.

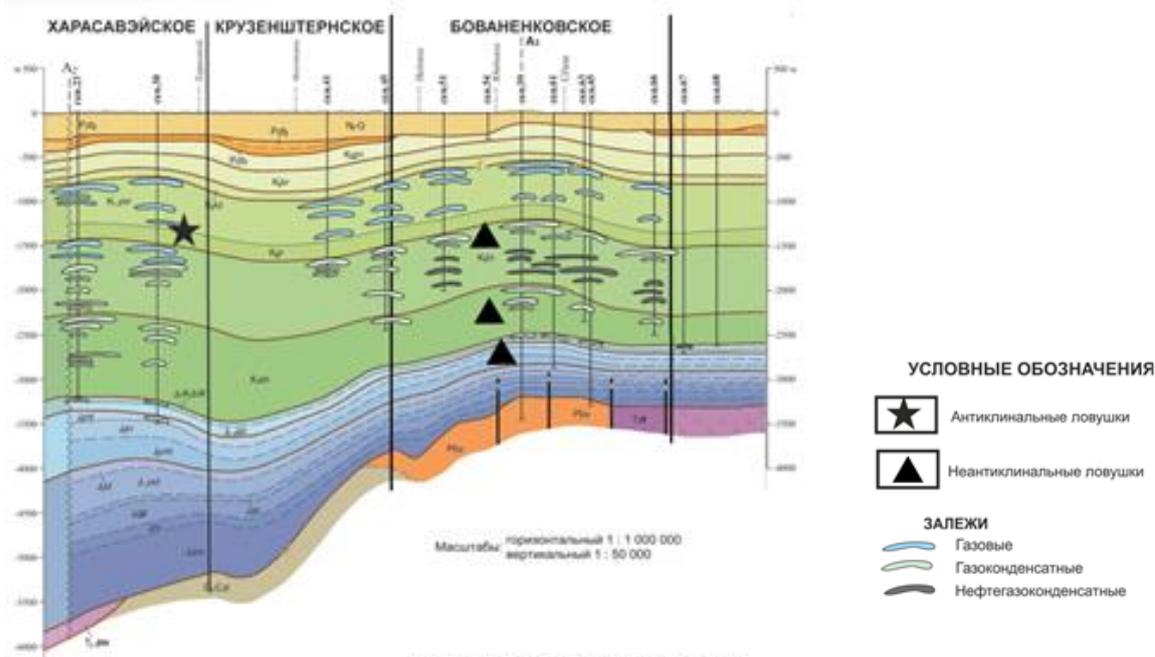


Рис. 1. Типы ловушек Харасавей-Бованенковского мегарезервуара (с использованием данных А.Д. Дзюбло, В.А. Скоробогатова, Д.А. Астафьева и др.) [4, 7]

В Карском море в меловых (от сеноманских до апт-альбских) отложениях ПАО «Газпром» открыты крупные и гигантские газоконденсатные залежи. Нижняя часть разреза не опоискована. На Восточно-Приновоземельском шельфе НК «Роснефть» выявлено месторождение Победа. Скважина Университетская-1 (гл. 2113 м) вскрыла четыре газовых залежи в альб-сеноманских, аптских отложениях и две нефтяные залежи – в коллекторах средне- и раннеюрского возраста [3, 8].

Большая часть крупных месторождений УВ на севере Западной Сибири и на шельфе Карского моря приурочена к мегарезервуарам (антиклинальным ловушкам) со значительной площадью и объемом, а также с широким стратиграфическим диапазоном нефтегазонасыщения разреза [1, 4, 7].

На вышеперечисленных крупных и гигантских газоконденсатных и нефтяных месторождениях залежи УВ открыты в меловой и реже юрской частях разреза мегарезервуаров. Дополнительное поисковое изучение ниже-среднеюрской и доюрской частей разреза по аналогии с центральными районами Западной Сибири может привести к значительному наращиванию ресурсов и запасов нефти и газа в неопоискованной «глубокой» части осадочного чехла.

При прогнозе и поисках нефти и газа, особенно крупных скоплений на сложных глубокозалегающих объектах, необходимо учитывать площадные размеры и объем резервуара, возрастающую с глубиной неоднородность разреза, ухудшающиеся ФЕС пород, а также возможную приуроченность крупных скоплений УВ к неантиклинальным ловушкам различного типа, число которых с глубиной возрастает (см. рис. 1) [1, 5, 6, 9].

Следует отметить и то, что все большее число выявленных скоплений УВ и поисковых объектов приурочено к плотным, порой «монолитным» карбонатным породам и образованиям фундамента, в разрезе которых нефтегазосодержащие участки (объемы) чередуются с плотными породами, образуя неравно-ячеистую структуру [10]. Такие скопления нефти открыты на Шаимском своде (Шаимский нефтегазоносный район Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции).

В последние годы для прогноза строения сложных резервуаров, в том числе нового типа, все активнее и успешнее используются новые технологии сейсморазведки в комплексе с другими методами. Так, например, выявлять в разрезе монолитных отложений трещиноватые участки пород-коллекторов стало возможным благодаря использованию энергии рассеянных волн, полученных методом сейсморазведки [10].

К разряду «нестандартных» мегарезервуаров с гигантскими запасами нефти (газа) относятся так называемые протяженные или непрерывные, но маломощные сланцевые ловушки (рис. 2) [2]. Такие типы «мегарезервуаров» – *continuous-reservoir* – содержат гигантские запасы нефти и выявляются методами сейсморазведки: намечаются угловые границы (оси синфазности) залежи – примером является месторождение Giddings длиной 56,3 км и толщиной несколько сантиметров [2].

Как известно, в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции отложения баженовской свиты (сланцевая формация) с огромными ресурсами нефти распространены на площади около 1 млн км². Освоение этих ресурсов затруднено из-за сложного строения объекта и отсутствия эффективных технологий.

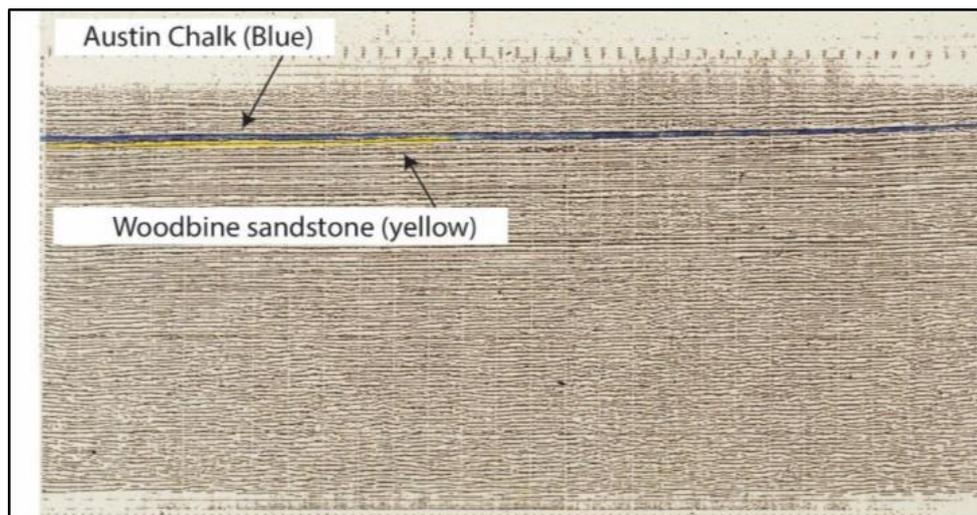


Рис. 2. Сейсмическая линия 2D через ловушку углового несогласия на месторождении Восточный Техас (историческая сейсмическая версия тонкой ловушки (1950–1970-е гг.); сейсмические данные предоставлены производственной компанией Амосо 1980-х гг. с изменениями) [2]

Заключение

Для формирования крупных скоплений УВ необходимыми условиями являются наличие значительных по площади и объему ловушек (мегарезервуаров) и благоприятное сочетание геологических, геохимических, геофлюидодинамических факторов. Для повышения эффективности поисков, разведки и разработки месторождений УВ в сложных природно-климатических и геологических условиях необходимо совершенствовать виды работ и методы исследования, развивать цифровые технологии, создавать современные технические средства, робототехнику, использовать искусственный интеллект и повышать уровень инженерно-технических кадров.

Перспективы нефтегазоносности глубоких горизонтов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, в том числе шельфа Карского моря, в таких типах пород как сланцы, карбонаты, образования фундамента, следует признать высокими. Для успешного и эффективного освоения нефтегазовых ресурсов в этом регионе и обеспечения конкурентных цен на нефть и газ на мировом рынке необходимо открывать крупные и гигантские по запасам месторождения УВ. Уже открытые и прогнозируемые крупные и гигантские месторождения УВ, приуроченные к мегарезервуарам, позволят сохранить России лидирующие позиции в топливно-энергетическом комплексе мира.

Статья написана в рамках выполнения государственного задания (тема «Научно-методические основы поисков и разведки скоплений нефти и газа, приуроченных к мегарезервуарам осадочного чехла», № 122022800253-3).

Литература

1. Пуанова С.А. О классификационном разнообразии ловушек нефти и газа и геохимических критериях продуктивности сланцевых формаций // SOCAR Proceedings. 2021. № S2. С. 1–15. <https://doi.org/10.5510/OGP2021SI200538>
2. Dolson J., He Z., Horn B.W. Advances and perspectives on stratigraphic trap exploration – making the subtle trap obvious // Search and Discovery. 2018. 18 June. Article 60054. 67 p. http://www.searchanddiscovery.com/pdfz/documents/2018/60054dolson/ndx_dolson.pdf.html (Дата обращения 07.11.2022).
3. Холодилов В.А., Оганов А.С., Дзюбло А.Д. и др. Прогноз и перспективы освоения газового потенциала акватории Приямальского шельфа Карского моря в текущем столетии // Труды 15-й Международной конференции и выставки по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ (RAO/CIS Offshore 2021). М.: Перо, 2021. С. 206–211.
4. Шустер В.Л. Принципиальная схема поэтапного изучения неантиклинальных ловушек нефти и газа (виды работ и методы исследований) // SOCAR Proceedings. 2021. № S2. С. 41–47. <https://doi.org/10.5510/OGP2021SI200542>
5. Абукова Л.А., Волож Ю.А., Дмитриевский А.Н., Антипов М.П. Геофлюидодинамическая концепция поисков скоплений углеводородов в земной коре // Геотектоника. 2019. № 3. С. 79–91. <https://doi.org/10.31857/S0016-853X2019379-91>
6. Конторович А.Э., Буриштейн Л.М., Лившиц В.Р., Рыжкова С.В. Главные направления развития нефтяного комплекса России в первой половине XXI века // Вестник Российской Академии наук. 2019. Т. 89, № 11. С.1095–1104. <https://doi.org/10.31857/S0869-587389111095-1104>
7. Шустер В.Л., Дзюбло А.Д., Шнип О.А. Залежи углеводородов в неантиклинальных ловушках Ямальского полуострова Западной Сибири // Георесурсы. 2020. Т. 22, № 1. С. 39–45. <https://doi.org/10.18599/grs.2020.1.39-45>
8. Никитин Б.А., Дзюбло А.Д., Шустер В.Л. Геолого-геофизическая оценка перспектив нефтегазоносности глубокозалегающих горизонтов п-ва Ямал и Приямальского шельфа Карского моря // Нефтяное хозяйство. 2014. № 11. С.102–106.
9. Алексин А.Г., Гогоненков Г.Н., Хромов В.Т. и др. Методика поисков залежей нефти и газа в ловушках сложноэкранированного типа. В 2-х ч. М.: ВНИИОЭНГ, 1992. 447 с.
10. Шустер В.Л., Левянт В.Б., Элланский М.М. Нефтегазоносность фундамента (проблемы поиска и разведки месторождений углеводородов). М.: Техника, ТУМА ГРУПП, 2003. 176 с.

Prospects for the exploration and development of large oil and gas deposits in megareservoirs of the northern part of the West Siberian oil and gas province

V.L. Shuster

Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: tshuster@mail.ru

Abstract. Prospects of exploration and additional growth of gas and oil reserves in Cretaceous, Jurassic and Pre-Jurassic deposits in the northern part of the West Siberian oil and gas province, including the Arctic shelf of the Kara Sea, are considered. The economic feasibility of carrying out prospecting and exploration and development of oil and gas resources in Arctic conditions at large deposits associated with megareservoirs is substantiated. The conditions for the formation of large and giant hydrocarbon accumulations are considered. The issues related to their confinement to various types of traps and rocks of different lithological composition are discussed. The measures to achieve profitability and efficiency of exploration for oil and gas in difficult natural and climatic conditions of the Arctic are underpinned.

Keywords: large oil and gas accumulations, megareservoirs, trap volume, the Arctic shelf of Russia, new type reservoirs, efficient development of resources.

Citation: *Shuster V.L.* Prospects for the exploration and development of large oil and gas deposits in megareservoirs of the West Siberian oil and gas province // Actual Problems of Oil and Gas. 2022. Iss. 4(39). P. 68–74. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2022-39.art6> (In Russ.).

References

1. *Punanova S.A.* On the classification diversity of oil and gas trappers and geochemical criteria for the productivity of shale formations // SOCAR Proceedings. 2021. Special Issue No. 2. P. 1–15. <https://doi.org/10.5510/OGP2021SI200538> (In Russ.).
2. *Dolson J., He Z., Horn B.W.* Advances and perspectives on stratigraphic trap exploration – making the subtle trap obvious // Search and Discovery. 2018. 18 June. Article 60054. 67 p. http://www.searchanddiscovery.com/pdfz/documents/2018/60054dolson/ndx_dolson.pdf.html (Accessed on 07.11.2022).
3. *Kholodilov V.A., Oganov A.S., Dzyublo A.D.* et al. Forecast and prospects for developing the gas potential of the Priyamalsky shelf of the Kara Sea in the current century // Proceedings of the 15th International Conference and Exhibition for Oil and Gas Resources Development of the Russian Arctic and the CIS Continental Shelf (RAO/CIS Offshore 2021). Moscow: Pero, 2021. P. 206–211. (In Russ.).
4. *Shuster V.L.* Principal scheme of step-by-step study of non-anticlinal traps of oil and gas (types of work and research methods) // SOCAR Proceedings. 2021. Special Issue No. 2. P. 41–47. <https://doi.org/10.5510/OGP2021SI200542> (In Russ.).
5. *Abukova L.A., Volozh Yu.A., Dmitrievsky A.N., Antipov M.P.* Geofluid dynamic concept of prospecting for hydrocarbon accumulations in the Earth crust // Geotectonics. 2019. Vol. 53, No 3. P. 372–382. <https://doi.org/10.1134/S0016852119030026>

6. *Kontorovich A.E., Burstein L.M., Livshits V.R.* The main directions of development of the oil complex of Russia in the first half of the twenty-first century // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2019. Vol. 89, No. 6. P. 558–566. <https://doi.org/10.1134/S101933161906008X>
7. *Schuster V.L., Dziublo A.D., Shnip O.A.* Hydrocarbon deposits in non-anticlinal traps of the Yamal Peninsula of Western Siberia // Georesursy. 2020. Vol. 22, No. 1. P. 39–45. <https://doi.org/10.18599/grs.2020.1.39-45>
8. *Nikitin B.A., Dziublo A.D., Shuster V.L.* Geologic and geophysical estimation of oil and gas content in deep-seated deposits of Jamal and Jamal shelf of Kara Sea // Neftyanoe Khozyaystvo – Oil Industry. 2014. No.11. P. 102–106. (In Russ.).
9. *Aleksin A.G., Gogonenkov G.N., Khromov V.T.* et al. Methods of searching for oil and gas deposits in traps of complex screened type. In 2 parts. Moscow: VNIIOENG, 1992. 447 p. (In Russ).
10. *Shuster V.L., Levyant V.B., Ellansky M.M.* Oil and gas content of the basement (problems of prospecting and exploration of hydrocarbon deposits). Moscow: Tekhnika, TUMA GROUP, 2003. 176 p. (In Russ).