

Геолого-геохимические факторы прогноза крупных скоплений нефти и газа, приуроченных к мегарезервуарам

Шустер В.Л.

Институт проблем нефти и газа (ИПНГ) РАН, Москва, Россия
tshuster@mail.ru

Аннотация

В статье дополнены и систематизированы основные геолого-геофизические факторы, влияющие на формирование крупных скоплений нефти и газа. На основе критического анализа опубликованного материала российских и зарубежных авторов и обобщения фактического материала по 26 крупнейшим мировым месторождениям исследована связь крупности запасов и геологических параметров месторождения. Определены количественные и качественные оценки прогнозных геолого-геохимических факторов.

Материалы и методы

Использованы материалы по 26 крупнейшим нефтегазовым месторождениям мира. Проанализированы количественные и качественные связи крупности запасов месторождений нефти и газа с геолого-геохимическими характеристиками (площадь месторождения, фильтрационно-емкостные свойства

пород-коллекторов, состав и толщина флюидоупоров, нефтегазогенерационный потенциал и др.).

Ключевые слова

нефть, газ, крупные скопления, запасы, ресурсы, мегарезервуар, благоприятные факторы, критерии прогноза

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме: «Научно-методические основы поисков и разведки скоплений нефти и газа, приуроченных к мегарезервуарам осадочного чехла, 122022800253-3».

Для цитирования

Шустер В.Л. Геолого-геохимические факторы прогноза крупных скоплений нефти и газа, приуроченных к мегарезервуарам // Экспозиция Нефть Газ. 2024. № 3. С. 10–13. DOI: 10.24412/2076-6785-2024-3-10-13

Поступила в редакцию: 03.05.2024

GEOLOGY

UDC 553.98.061 | Original Paper

Geologist-geochemical factors for forecasting large accumulations of oil and gas confined to megareservoirs

Shuster V.L.

Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
tshuster@mail.ru

Abstract

The article supplements and systematizes the main geological and geophysical factors affecting the formation of large accumulations of oil and gas. Based on a critical analysis of the published material by Russian and foreign authors and a generalization of factual material on 26 of the world's largest deposits, the relationship between the size of reserves and the geological parameters of the deposit is investigated. Quantitative and qualitative estimates of predictive geological and geochemical factors have been determined.

Materials and methods

Materials on 26 largest oil and gas fields in the world were used. The quantitative and qualitative relationships of the size of oil and gas reserves with geological and geochemical characteristics (field area, filtration and reservoir properties of reservoir rocks, composition and

thickness of fluid seals, oil and gas generation potential, etc.) are analyzed.

Keywords

oil, gas, large accumulations, reserves, resources, megareservar, favorable factors, forecast criteria

For citation

Shuster V.L. Geologist-geochemical factors for forecasting large accumulations of oil and gas confined to megareservoirs. Exposition Oil Gas, 2024, issue 3, P. 10–13. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2024-3-10-13

Received: 03.05.2024

И в России, и за рубежом все более усложняются не только поисковые объекты геолого-разведочных работ на нефть и газ (и строение, и глубины), но и условия проведения поисково-разведочных работ (морские акватории, арктические природно-климатические регионы, отсутствие или слабое развитие инфраструктуры и дорожной сети).

Все это затрудняет проведение работ, значительно увеличивает стоимость поисков и освоения нефтегазовых ресурсов, повышает требования к достоверности прогноза перспектив нефтегазоносности объектов поиска.

Для эффективного освоения нефтегазовых ресурсов одним из важнейших условий становится объем запасов нефти и газа в перспективных объектах.

Значительная часть крупных и гигантских месторождений углеводородов (УВ) приурочена к антиклинальным ловушкам. В последние десятилетия крупные по запасам УВ скопления открыты и в неантиклинальных ловушках, сложнопостроенных резервуарах сланцевых формаций, в низкопроницаемых породах, в плотных монолитных образованиях фундамента.

Это хорошо известные месторождения в отложениях баженовской свиты в Западной Сибири [1], в доманиковых породах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции [2], крупные по запасам месторождения нефти и газа в сланцевых отложениях в США [3, 4]. Месторождения в образованиях фундамента во Вьетнаме или «нефтяные пески» в Венесуэле и многие другие.

Целью исследований является анализ, дополнение и систематизация существующих представлений о влиянии различных геолого-геохимических факторов на формирование крупных по запасам скоплений нефти и газа и на строение содержащих эти скопления резервуаров.

К крупным месторождениям нефти относятся скопления с запасами от 100 млн т (до 300 млн т — крупнейшие) и соответственно газа — от 100 млрд м³ (до 300 млрд м³ — крупнейшие).

К гигантским относятся месторождения нефти с запасами от 300 млн т до 1 млрд т и газа от 300 млрд м³ до 1 трлн м³ (классификация ПАО «Газпром»).

По данным [5], к 2021 г. в мире открыто 42 нефтяных гиганта (три в России) и 25 газовых гигантов (11 в России).

Кроме того, открыто значительное количество крупных месторождений. Более 60 % запасов УВ в мире приурочено к юрским и меловым отложениям на глубинах 3–5 км.

Научно обоснована и практически установлена приуроченность крупных и гигантских по запасам месторождений нефти и газа к значительным по площади и объему резервуарам (или мегарезервуарам).

Термин «мегарезервуар», как расширенное понятие «природный резервуар» впервые введенный в работах А.Э. Конторовича и др. [6], А.И. Леворсена (1970) и других, означает резервуар, содержащий значительное количество углеводородов, занимающий обширную площадь и охватывающий существенный стратиграфический интервал разреза.

Оценке степени влияния различных геолого-геохимических факторов на формирование крупных скоплений УВ и выработку комплекса благоприятных критериев (показателей) их прогноза и поисков посвящено большое количество публикаций ведущих ученых России и мира.

Так, в работах [1, 6–8] в качестве основных благоприятных показателей для формирования крупных скоплений УВ рекомендуются следующие:

- наличие в пределах нефтегазосборной зоны нефтегазонакопления генераторов больших масс УВ (определяющим является абсолютная масса органического вещества);
- близость зоны нефтегазонакопления к зоне максимального прогибания;
- наличие надежного флюидоупора;
- наличие мощного проницаемого комплекса;
- значительный объем ловушек, сформировавшихся синхронно с главной фазой нефтенакпления или периодом интенсивного газообразования.

Сформированный комплекс основных благоприятных показателей позволил дать прогноз и привел к открытию крупных и гигантских месторождений нефти и газа в 70–80-е годы в Западной Сибири.

В работе [9] значительно расширен комплекс благоприятных факторов, среди которых выделяются основные: мощность осадочного чехла (особенно фанерозойских отложений), контрастность локальных структур, надежно изолированные мега- и региональные резервуары, наличие в проницаемом комплексе большого количества песчано-алевритового материала, существование подъема подземных вод, наличие в разрезе больших масс пород, богатых органическими веществами (ОВ), достаточная катагенетическая превращенность ОВ.

В публикациях [5, 10–13] подробно рассмотрены онтогенетические, геологические (первичные) и генетические (вторичные) условия, благоприятные для формирования газовых и нефтяных гигантов в Западной Сибири. Это наличие в разрезе генерационного доминант-комплекса, сложенного чаще всего глинами, образование крупных конседиментационных ловушек с сохранностью первоначальной пористости (по-видимому, и проницаемости), незначительное расстояние латеральной миграции, надежные флюидоупоры (особенно для газовых скоплений) и некоторые другие. Все должно быть масштабно: объем генерации, объемы первичной и коллекторской (собирающей) миграции, возможности для аккумуляции, условия сохранности скоплений УВ.

В статье [14] на основе анализа результатов открытия нефтяных и газовых гигантов в Северном море предложена концептуальная программа освоения арктических акваторий России. Методика прогноза основывается на допущении, что распределение ресурсов УВ в неразведанной части нефтегазоносного бассейна (НГБ) не будет принципиально отличаться от распределения ресурсов в разведанной части. Предложены три системы показателей (признаков), по которым оценивается вероятность выявления в НГБ месторождений-гигантов.

Разработанная система вероятностной качественной оценки будет полезна при опосредованном слаборазведанных регионов и может сыграть важную роль в арктических и в дальневосточных морях, а также на севере Западной Сибири и в Восточной Сибири.

Автором предлагаемой статьи проанализированы фактические материалы по 26 крупнейшим нефтегазовым месторождениям мира [5, 15, 17] с целью выявления характера связи между величиной

запасов УВ и количественными значениями важнейших геолого-геохимических показателей, такими как площадь, фильтрационно-емкостные свойства коллекторов, а также качественными характеристиками: литологическим составом коллекторов, составом и мощностью флюидоупоров, оценкой нефтегазогенерационного потенциала региона и месторождения.

Подробно с результатами анализа можно ознакомиться в работах [15, 16]. Результаты обобщения: крупнейшие по запасам УВ месторождения мира открыты на площадях от 800–900 до 4 000–5 000 км², пористость пород-коллекторов изменяется в интервале 15–35 %, проницаемость от 300 до 1500 мД. Породы-коллекторы — это преимущественно песчаники или карбонаты, флюидоупоры — глины, аргиллиты, каменная соль, толщиной 100 м и более. Одним из важнейших показателей прогноза является масштаб эмиграции жидких и газообразных УВ. Так, по Южно-Карскому региону, по данным [18], максимальные плотности эмиграции УВ приурочены к ниже-среднеюрскому комплексу (11 млн т/км² нефти и 7 млрд м³ газа), несколько меньшие к неокому.

В акватории открыт ряд газовых гигантов в меловых отложениях и одно крупное — в юрских.

Итоги

К основным геолого-геохимическим факторам прогноза крупных скоплений нефти и газа относятся наличие в разрезе перспективного объекта (и в пределах зоны нефтегазонакопления) генератора больших масс УВ, мощного проницаемого комплекса, надежного флюидоупора, значительной по объему ловушки, сформировавшихся синхронно с процессами нефтегазообразования.

Выводы

Проанализированный опубликованный и фактический материал по открытым крупным и гигантским месторождениям УВ позволяет наметить количественные и качественные оценки благоприятных геологических факторов, влияющих на формирование месторождений УВ, и определить прогнозные критерии поисков крупных скоплений нефти и газа.

Для формирования крупных скоплений углеводородов необходимо последовательное временное и пространственное совпадение процессов нефтегазообразования, формирования ловушки (резервуара), миграции и аккумуляции УВ, сохранности залежи. Все эти процессы должны характеризоваться значительной масштабностью. Резервуары (мегарезервуары) должны характеризоваться значительной площадью и объемом, повышенными фильтрационно-емкостными свойствами пород-коллекторов, надежными флюидоупорами и наличием в разрезе мощного доминант-комплекса — генератора больших масс УВ (абсолютной массы органического вещества).

Литература

1. Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Козаненков В.А. и др. Баженовская свита — главный источник ресурсов нетрадиционной нефти в России // Актуальные проблемы нефти и газа. 2014. № 2. 8 с.
2. Прищепа О.М., Баженова Т.К., Никифорова В.С. и др. Уточнение

- геохимических особенностей распределения органического вещества в доманиковых отложениях Тимано-Печерской НГП // Успехи органической химии. Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2022. С. 212–215.
- Pearson K. Geologic models and evaluation of undiscovered conventional and continuous oil and gas resources: Upper Cretaceous Austin Chalk, U.S. Gulf Coast. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2012–5159, 26 p. (In Eng).
 - Dolson J., He Zhiyong, Horn Brian W. Advances and perspectives on stratigraphic trap exploration-making the subtle trap obvious. Search and Discovery, 2018, article 60054, 67 p. (In Eng).
 - Высоцкий В.И., Скоробогатов В.А. Гигантские месторождения углеводородов России и мира. Перспективы новых открытий // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2021. № 1–6. С. 20–25.
 - Конторович А.Э., Бабина Н.М., Богородская Л.И. и др. Нефтепроизводящие толщи и условия образования нефти в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности. Ленинград: Недра, 1967. 224 с.
 - Вышемирский В.С., Конторович А.Э., Трофимук А.А. Миграция рассеянных битумоидов // Труды института геологии и геофизики. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение. Академия наук СССР. 1971. № 143. 167 с.
 - Трофимук А.А., Вышемирский В.С., Дмитриев А.Н. и др. Распознавание образцов гигантских нефтяных месторождений. Проблемы нефтеносности Сибири. Новосибирск: Наука, 1971. С. 34–51.
 - Анализ влияния различных факторов на размещение и формирование месторождений нефти и газа (на примере платформенных областей) / Под ред.: В.С. Лазарева и В.Д. Наливкина. Ленинград: Недра, 1971. 334 с.
 - Скоробогатов В.А., Ростовцев В.Н. Перспективы поисков газовых месторождений в северных районах Западной Сибири // Геология нефти и газа. 1983. № 11. С. 15–19.
 - Скоробогатов В.А. Генетические причины уникальной газо- и нефтеносности меловых и юрских отложений Западно-Сибирской провинции // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2003. № 8. С. 8–14.
 - Скоробогатов В.А. Крупнейшие, гигантские и уникальные осадочные бассейны мира и их роль в развитии газовой промышленности в XXI веке // Neftegaz.RU. 2018. №10. С. 126–141.
 - Скоробогатов В.А., Соловьев Н.Н. Сравнительный анализ условий нефтегазонакопления в Западно-Сибирском и Арабо-Персидском мегабассейнах // Вести газовой науки. 2013. № 5. С. 43–52.
 - Белонин М.Д., Новиков Ю.Н., Соболев В.С. Концепция и предварительные результаты прогноза крупнейших месторождений нефти и газа на арктическом шельфе России // Геология нефти и газа. 2001. № 1. С. 3–9.
 - Шустер В.Л. Особенности формирования и размещения крупных и гигантских по запасам месторождений нефти и газа в мегарезервуарах осадочных бассейнов // SOCAR Proceedings. 2022. № 2. С. 30–36.
 - Шустер В.Л., Дзюбло А.Д. Обоснование перспектив открытия крупных нефтегазовых скоплений в юрских и доюрских отложениях на шельфе Карского моря // Георесурсы. 2023. Т. 25. № 1. С. 67–74.
 - Хэлбути М. Геология гигантских месторождений нефти и газа. М.: Мир, 1973. 431 с.
 - Полякова И.Д., Данилина А.Н. Масштабы эмиграции жидких и газообразных углеводородов в Западно-Арктических акваториях России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2013. Т. 8. № 3. 42 с.

ENGLISH

Results

The main geological and geochemical factors for predicting large accumulations of oil and gas include the presence of a large hydrocarbon mass generator in the context of a promising object (and within the oil and gas accumulation zone), a powerful permeable complex, a reliable fluid barrier, and a significant trap formed synchronously with the processes of oil and gas formation.

Conclusions

The analyzed published and factual material on discovered large and giant hydrocarbon deposits allows us to outline quantitative and qualitative assessments of favorable geological factors influencing the

formation of hydrocarbon deposits and determine predictive criteria for searching for large accumulations of oil and gas.

For the formation of large accumulations of hydrocarbons, a consistent temporal and spatial coincidence of the processes of oil and gas formation, formation of a trap (reservoir), migration and accumulation of hydrocarbons, and preservation of the deposit is necessary. All these processes must be characterized by significant scale. Reservoirs (megereservoirs) must be characterized by a significant area and volume, increased filtration and capacitive properties of reservoir rocks, reliable fluid seals and the presence in the section of a powerful dominant complex-generator of large masses of hydrocarbons (absolute mass of organic matter).

References

- Kontorovich A.E., Burstein L.M., Kozanenkov V.A. et al. The Bazhenov suite is the main reserve of unconventional oil in Russia. Actual problems of oil and gas, 2014, issue 2, 8 p. (In Russ).
- Prishchepa O.M., Bazhenova T.K., Nikiforova V.S. et al. Refinement of geochemical features of the distribution of organic matter in the Domanik deposits of the Timan-Pechora oil and gas field. Successes of organic chemistry – 2022. Novosibirsk: Novosibirsk State University, 2022, P. 212–215. (In Russ).
- Pearson K. Geologic models and evaluation of undiscovered conventional and continuous oil and gas resources: Upper Cretaceous Austin Chalk, U.S. Gulf Coast. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2012–5159, 26 p. (In Eng).
- Dolson J., He Zhiyong, Horn Brian W. Advances and perspectives on stratigraphic trap exploration-making the subtle trap obvious. Search and Discovery, 2018, article 60054, 67 p. (In Eng).
- Vysotsky V.I., Skorobogatov V.A. Giant hydrocarbon fields of Russia and the world. Prospects for new discoveries. Mineral resources of Russia. Economics and management, 2021, issue 1–6, P. 20–25. (In Russ).
- Kontorovich A.E., Babina N.M., Bogorodskaya L.I. et al. Oil-producing strata and conditions of oil formation in Mesozoic sediments of the West Siberian Lowland. Leningrad: Nedra, 1967, 224 p. (In Russ).
- Vyshemirskiy V.S., Kontorovich A.E., Trofimuk A.A. Migration of scattered bitumoids. Proceedings of the Institute of Geology and Geophysics. Novosibirsk: Nauka, Siberian branch, Academy of Sciences of the USSR, 1971, issue 143, 167 p. (In Russ).
- Trofimuk A.A., Vyshemirsky V.S., Dmitriev A.N. et al. Recognition of images of giant oil fields. Problems of oil content of Siberia. Novosibirsk: Nauka, 1971, P. 34–51. (In Russ).
- Analysis of the influence of various factors on the location and formation of oil and gas fields (on the example of platform areas). Ed.: V.S. Lazarev, V.D. Nalivkin. Leningrad: Nedra, 1971, 334 p. (In Russ).
- Skorobogatov V.A., Rostovtsev V.N. Prospects of gas field prospecting in the northern regions of Western Siberia. Geology of oil and gas, 1983, issue 11, P. 15–19. (In Russ).
- Skorobogatov V.A. Genetic reasons for the unique gas and oil content of Cretaceous and Jurassic deposits of the West Siberian Province. Geology, geophysics and development of oil and gas fields, 2003, issue 8, P. 8–14. (In Russ).
- Skorobogatov V.A. The largest, giant and unique sedimentary basins of the world and their role in the development of the gas industry in the XXI century. Neftegaz.RU, 2018, issue 10, P. 126–141. (In Russ).
- Skorobogatov V.A., Solovoyov N.N. Comparative analysis of oil and gas accumulation conditions in the West Siberian and Arab-Persian megabases. Vesti gazov nauki, 2013, issue 5,

- P. 43–52. (In Russ).
14. Belonin M.D., Novikov Yu.N., Sobolev V.S. The concept and preliminary results of the forecast of the largest oil and gas fields on the Arctic shelf of Russia. *Geology of oil and gas*, 2001, issue 1, P. 3–9. (In Russ).
15. Shuster V.L. Features of formation and placement of large and giant oil and gas

- deposits in megareservoirs of sedimentary basins. *SOCAR Proceedings*, 2022, issue 2, P. 30–36. (In Russ).
16. Shuster V.L., Dzyublo A.D. Substantiation of the prospects to discover large oil and gas accumulations in the Jurassic and pre-Jurassian deposits on the Kara Sea shelf. *Georesources*, 2023, Vol. 25, issue 1,

- P. 67–74. (In Russ).
17. Halbuti M. *Geology of giant oil and gas fields*. Moscow: Mir, 1973, 431 p. (In Russ).
18. Polyakova I.D., Danilina A.N. Hydrocarbon migration intensity in the Western Arctic offshore of Russia. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 2013, Vol. 8, issue 3, 42 p. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Шустер Владимир Львович, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник ИПНГ РАН, Москва, Россия
Для контактов: tshuster@mail.ru

Shuster Vladimir Lvovich, doctor of geological and mineralogical sciences, chief researcher, Institute of Oil and Gas Engineering of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
Corresponding author: tshuster@mail.ru



03–07 ИЮНЯ 2024, г. МАХАЧКАЛА, Республика Дагестан, отель «МОНТО»

«Инновационные решения в области КРС, ПНП, ГНКТ, внутрискважинные работы и супервайзинг в горизонтальных и разветвленных скважинах. Контроль скважин. Управление скважиной при ГНВП. Противофонтанная безопасность»

15–19 ИЮЛЯ 2024, г. ТЮМЕНЬ, отель «ЛЕТОЛЕТО», конференц-зал «ИюньИюль»

«Инновационные технологические решения при эксплуатации и ремонте скважин»

09–13 СЕНТЯБРЯ 2024, г. ВЛАДИВОСТОК

«Бурение, освоение, испытания, ремонт и эксплуатация горизонтальных скважин. Инновации в области добычи нефти и газа. Промышленная безопасность на ОПО нефтегазовой отрасли»

07–11 ОКТЯБРЯ 2024, г. ТЮМЕНЬ, отель «DOUBLE TREE BY HILTON TYUMEN», конференц-зал «Diamond», конференц-зал «Golden»

«Кадровый ресурс – потенциал повышения эффективности и безопасности компании. Оценка квалификаций и развитие персонала»

+7 3452 520-958

бронирование участия в конференциях
academy.intechnol.com

Генеральный информационный партнер

**ЭКСПОЗИЦИЯ
НЕФТЬ ГАЗ**