

11. Соколов Б. А. Флюидодинамическая модель нефтегазообразования // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология. 1996. № 4. С. 28–36.
12. Валяев Б. М., Дрёмин И. С. Природа процессов нефтегазообразования и нефтегазонакопления: углеводородные флюиды и первичный гелий [Электрон. ресурс] // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. 2014. Вып. 2(10). URL: http://oilgasjournal.ru/vol_10/dremin.html (дата обращения: 1.12.2021).
13. Родкин М. В., Рукавишников Т. А. Очаг нефтеобразования как неравновесная динамическая система – модель и сопоставление с эмпирическими данными // Геология нефти и газа. 2015. № 3. С. 65–70.
14. Kenney J., Kutcherov V., Bendeliani N., Alekseev V. The evolution of multicomponent systems at high pressures: VI. The thermodynamic stability of the hydrogen-carbon system: The genesis of hydrocarbons and the origin of petroleum // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 2002. Vol. 99. P.10976–10981.
15. Зыкин Н. Н. Генезис пластовых вод нефтяных месторождений по данным их изотопного состава // Фундамент. проблемы нефтегазовой гидрогеологии. М. : ГЕОС, 2005. С. 95–98.
16. Родкин М. В., Рундквист Д. В. Геофлюидодинамика. Приложение к сейсмологии, тектонике, процессам рудо- и нефтегенеза. М. : Интеллект, 2018.
17. Готтих Р. П., Писоцкий Б. И., Журавлёв Д. З. Геохимические особенности нефти различных регионов и возможный источник металлов в ней // Докл. РАН. 2008. Т. 422, № 1. С. 88–92.
18. Готтих Р. П., Писоцкий Б. И. Элементы-примеси как индикаторы геодинамических обстановок нефтенакпления // Докл. РАН. 2010. Т. 433, № 4. С. 1–5.
19. Тейлор С. Р., МакЛеннан С. М. Континентальная кора: её состав и эволюция. М. : Мир, 1988.
20. Родкин М. В., Рундквист Д. В., Пуланова С. А. Об относительной роли нижнекоровых верхнекоровых процессов в формировании микроэлементного состава нефтей // Геохимия. 2016. № 11. С. 1025–1031.
21. Родкин М. В., Пуланова С. А. Идеи Д. И. Менделеева и процессы нефтидогенеза // Природа. 2019. № 10. С. 14–21.
22. Rudnick R. L., Gao S. Composition of the continental crust // The Crust. 2003. Vol. 3. P. 1–64.
23. Bowen H. J. Trace elements in biochemistry. London and New York : Acad. Press, 1966.
24. Rodkin M. V, Ngo Thi Lu, Punanova S. A. Results of analysis of trace elements composition in oils and other caustobioliths // Vietnam J. of Earth Sci. 2021. N 43(1), P. 23–31.

УДК 553.98

СЛОЖНОПОСТРОЕННЫЕ ЛОВУШКИ НЕФТИ И ГАЗА ХАРАСАВЕЙ-БОВАНЕНКОВСКОГО МЕГАРЕЗЕРВУАРА НА ШЕЛЬФЕ КАРСКОГО МОРЯ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ СУШЕ – ОБЪЕКТ ДЛЯ ПРИРОСТА ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ

В. Л. Шустер

Институт проблем нефти и газа РАН,
ул. Губкина 3, 119333 Москва, Российская Федерация; tshuster@mail.ru

Исследованы условия формирования неантиклинальных ловушек нефти и газа Харасавей-Бованенковского мегарезервуара с единой гидродинамической системой, приуроченного к шельфовой зоне южной акватории Карского моря. Предложены виды работ и методы исследований, направленные на прогноз, выявление и поиски скоплений углеводородов в сложнопостроенных ловушках различного типа.

Ключевые слова: неантиклинальные ловушки; залежи газа; мегарезервуар; зона нефтегазонакопления; комплекс исследований.

The conditions for the formation of non-anticlinal oil and gas traps of the Kharasaway-Bovanenkov megareservoir with a single hydrodynamic system confined to the shelf zone of the southern water area of the

Kara Sea are investigated. The types of work and research methods aimed at forecasting, identifying and searching for HC accumulations in complex traps of various types are proposed.

Key words: non-anticlinal traps; gas deposits; megareservoir; oil and gas accumulation zone; complex of studies.

В связи с мировым трендом замедления темпов восполнения добычи нефти и газа, прироста запасов и ресурсов углеводородов (УВ), возник повышенный интерес к изучению геологического строения и нефтегазоносности сложнопостроенных объектов. К тому же, в последние годы сокращается количество неопределенных относительно простых по строению антиклинальных ловушек.

По данным [5], накопленная добыча нефти и газа (в нефтяном эквиваленте) из сложнопостроенных неантиклинальных ловушек (НАЛ) за последнее десятилетие составила 10 % от общемировой добычи, а остаточные запасы УВ составляют (на 2000 г.) более 50 %, в т. ч., из НАЛ комбинированного типа 35 % (рис. 1).

CUMULATIVE BBOE SINCE 2000 BY TRAP TYPE

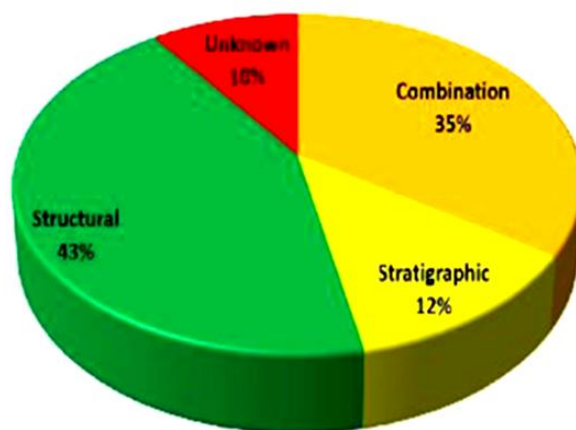


Рисунок 1 – Кумулятивные ресурсы в ловушках различного типа (после 2000 г.)

Помимо мелких и средних по запасам УВ, в НАЛ открыты крупные и гигантские скопления нефти и газа в России, США, Мексике, Венесуэле, на Ближнем востоке и других странах. Это Уренгойское, Бованенковское, Новопортовское месторождения на севере Западной Сибири, Ист-Техас в США, Хьюгтон в Мексике, Боливар-Коустал в Венесуэле [1–6].

Для морских нефтедобывающих держав должно быть интересно исследование акад. В. Е. Хаина («Тектоника континентов и океанов (год 2000)») о приуроченности значительного числа НАЛ к шельфам морей и океанов.

Несмотря на очевидные успехи и мировую статистику по результатам поисково-разведочных работ в сложнопостроенных объектах остаются значительные резервы ресурсов и запасов УВ, содержащихся в неоткрытых и «пропущенных» НАЛ.

Авторами в последние годы были исследованы научно-методические основы формирования НАЛ нефти и газа, их прогноза, выявления, поисков и разведки скоплений нефти и газа в ловушках различного типа.

Исследования базировались, в значительной степени, на материалах Ямальского полуострова и прилегающего шельфа Карского моря [4, 7, 8].

В разработке научно-методических основ поиска и разведки скоплений нефти и газа в НАЛ в разные годы и в разных странах принимали участие учёные и специалисты Всероссийского научно-исследовательского геологического нефтяного института [7], Института

геологии и разработки горючих ископаемых (ИГиРГИ) [1], Института проблем нефти и газа РАН [8, 9], Всероссийского нефтяного научно-исследовательского геологоразведочного института, тюменские и новосибирские специалисты и учёные. Изложим кратко результаты исследований.

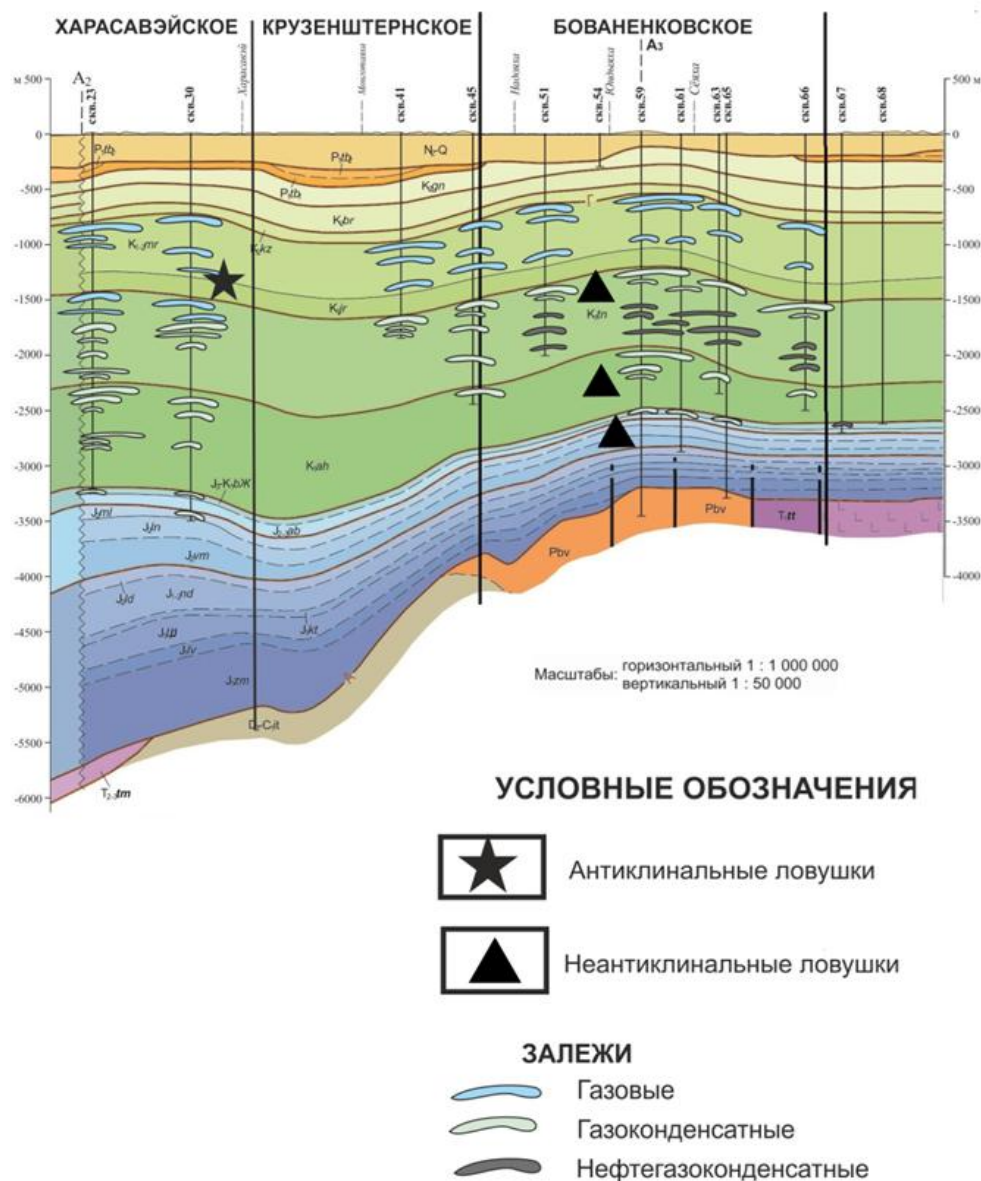


Рисунок 2 – Типы ловушек Харасавэй-Бованенковского мегарезервуара (с использованием данных А. Д. Дзюбло, В. А. Скоробогатова, Д. А. Астафьева и др.)

НАЛ – это сложнопостроенный резервуар, по разному экранированный, с различной по генезису и морфологии проницаемой (коллекторской) частью, формирование которых происходит под воздействием ряда седиментационных, постседиментационных, структурно-тектонических факторов. Это определяет значительное количество комбинированных ловушек.

Исходя из проанализированных опубликованных схем изучения НАЛ (т. е. прогноза и выявления), предлагаем последовательность видов работ и методов исследования на каждом

этапе геологоразведочных работ (ГРР) на примере мегарезервуара Харасавей-Бованенковской зоны нефтегазоаккумуляции (ЗНГЗ) (рис. 2).

На региональном этапе ГРР проводятся различные виды полевых геофизических работ; в первую очередь сейсморазведка, бурение параметрических и структурных скважин.

На основе этого геолого-геофизического материала проводятся сейсмогеологический и бассейновый анализ, проводятся палереконструкции разреза изучаемой территории, оцениваются геохимическая и гидрогеологическая характеристика разреза.

В результате проведенных исследований в Харасавей-Бованенковском мегарезервуаре были выявлены региональные проницаемые (коллекторские) толщи и региональные флюидоупоры, зоны разрывных нарушений и регионального стратиграфического несогласия, зоны регионального выклинивания и фациального замещения коллекторов.

По этим критериям был дан прогноз перспективной зоны для формирования НАЛ. В мегарезервуаре выявлены очаги нефтегазоаккумуляции, нефтегазообразующие толщи, возможные пути миграции.

В хорошо изученных нефтегазоносных бассейнах (НГБ) такие благоприятные зоны – это ЗНГЗ с перечисленными «благоприятными» признаками.

С ЗНГЗ ряд авторов [10] ассоциирует природный мегарезервуар с единой гидродинамической системой, в котором скопления УВ приурочены к антиклинальным, и к НАЛ. Такой мегарезервуар – Харасавей-Бованенковской ЗНГЗ был исследован авторами (рис. 2).

На поисковом этапе, на основе материалов бурения (ГИС, керн, опробование) и сейсморазведки МОГТ 2D, 3D проводится детальная корреляция разрезов скважин совместно с данными сейсморазведки, изучение керна специальными методами. Более глубокий сейсмогеологический и бассейновый анализ, чем на региональном этапе. Как обязательный вид исследований – палеогеографический, палеогеоморфологический и палеоструктурный анализ. Изучаются особенности строения перспективного объекта. Выявляется НАЛ и её тип.

На разведочном этапе уточняется тип НАЛ, её генезис и морфология, границы. На этапе разработки залежи нефти или газа выявляются наиболее благоприятные зоны залежи (и ловушки) с наилучшими ФЕС пород для рентабельного отбора нефти (газа).

В хорошо изученных регионах выявление «пропущенных» или не выявленных НАЛ и последующее открытие новых скоплений УВ может осуществляться на основе перечисленных методов исследования, без дополнительных затрат на поисково-разведочные работы.

Библиографические ссылки

1. Методика поисков залежей нефти и газа в ловушках сложноэкранированного типа: в 2 ч. М. : ВНИИОЭНГ, 1992. Ч. 1.
2. Варламов А. И., Шиманский В. В., Танинская Н. В., Петрова Ю. Э., Раевская Е. Г. Состояние проблемы поисков и перспектив выявления неструктурных ловушек углеводородов в основных нефтегазоносных провинциях России // Геология нефти и газа. 2019. № 3. С. 9–22.
3. Шиманский В. В., Танинская Н. В., Раевская Е. Г. Выявление структурно-литологических ловушек в юрских и нижнемеловых отложениях Западной Сибири на основе палеогеографических реконструкций // Геология нефти и газа. 2019. № 3. С. 39–46
4. Шустер В. Л., Дзюбло А. Д., Шнип О. А. Залежи углеводородов в неантиклинальных ловушках Ямальского полуострова Западной Сибири // Георесурсы. 2020. № 1. С. 39–45.
5. Dolson J., He Zhiyong, Horn B. W. Advances and Perspectives on Stratigraphic Trap Exploration-Making the Subtle Trap Obvious // Search and Discovery. Art. N 60054. 2018. June 18.
6. Хэлбути М. Геология гигантских месторождений нефти и газа. М. : Мир, 1973.
7. Гусейнов А. А., Гейман Б. М., Шик Н. С., Сурицков Г. В. Методика прогнозирования и поисков литологических, стратиграфических и комбинированных ловушек нефти и газа. М. : Недра, 1988.
8. Шустер В. Л. Методический подход к прогнозу в нефтегазоносных бассейнах зон, благоприятных для формирования неантиклинальных ловушек [Электрон. ресурс] // Актуал. проблемы нефти

и газа. 2020. № 29. С. 26–31. URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/350232616/> (дата обращения: 1.12.2021).

9. *Шустер В. Л.* Прогноз и поиски нефтегазовых скоплений в неантиклинальных ловушках – важный элемент новой стратегии развития нефтегазовой геологии // О новой парадигме развития нефтегазовой геологии : материалы междунаро. науч.-практ. конф. Казань : Ихлас, 2020. С. 32–35.

10. *Абукова Л. А., Карцев А. А.* Флюидные системы осадочных нефтегазоносных бассейнов (типы, основные процессы, пространственное распространение) // Отечествен. геология. 1999. № 2. С. 11–16.

УДК 553.982:550.4

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СКОПЛЕНИЙ В НЕАНТИКЛИНАЛЬНЫХ ЛОВУШКАХ

С. А. Пунанова

Институт проблем нефти и газа РАН,
ул. Губкина 3, 119333 Москва, Российская Федерация; runanova@mail.ru

В докладе рассмотрены несколько направлений геохимических исследований нафтидов, объединенных одной идеей – приближением геохимических исследований к реальным нефтегеологическим разработкам. Приводятся рекомендации по применению геохимических микроэлементных показателей в нефтегазопроисковой геохимии на различных стадиях геолого-разведочных работ при прогнозе перспективности комбинированных ловушек и качественного состава углеводородов в них.

Ключевые слова: геохимические исследования; микроэлементные показатели; нефти; конденсаты; неантиклинальные ловушки.

The report considers several directions of geochemical research of naphthides, united by one idea – the approximation of geochemical research to real oil and geological developments. Recommendations are given on the use of geochemical trace element indicators in oil and gas exploration geochemistry at various stages of geological exploration when predicting the prospects of combined traps and the qualitative composition of hydrocarbons in them.

Key words: geochemical studies; trace element indicators; oils; condensates; non-anticlinal traps.

Приоритетные направления развития нефтегазового комплекса – это системный подход к оценке перспектив нефтегазоносности регионов, т. е. разведка и разработка глубоких горизонтов с плохопроницаемыми коллекторами и нетрадиционными ресурсами, нефть в фундаменте, морские разработки и разведка и добыча на шельфе, сланцевые формации – сланцевые нефть и газ. Главная роль при этом отводится методическим и практическим приёмам поиска и оконтуривания ловушек комбинированного строения, неотъемлемой составляющей которых являются геохимические исследования.

Геохимическим методам придаётся огромное значение, т. к. с их внедрением связано повышение эффективности нефтегазопроисковых исследований, снижение затрат на поиски и разведку скоплений углеводородов (УВ). Геохимия стала обязательным элементом исследований при прогнозе, поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа [1].

Геохимические методы *приобретают понятие парадигмы*. Парадигма призвана геохимическими методами на основании детальных геологических знаний способствовать решению глобальных проблем нефтяной геологии. Парадигма тогда жизнеспособна и тогда хорошо работает, когда при постановке практической задачи основывается на грамотной методологии – геохимических методах [2]. Анализ литературного и экспериментального материала по геологии и геохимии нафтидов нефтегазоносных бассейнов (НГБ) различного тектониче-