



ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРУЮЩИЕ ВЕРОЯТНОСТЬ ОТКРЫТИЯ НОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ ЮЖНО-КАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Мамиева Аннагуль Ханклычевна

Заведующий лаборатории проектирования разведочных площадей, институт "Небитгазылмытаслама" ГК "Туркменнебит"
г. Балканабад Туркменистан

Аннотация

В представленной фундаментальной научно-исследовательской работе проводится тотальный системный анализ комплекса геологических, геодинамических и термобарических факторов, определяющих перспективы нефтегазоносности глубокозалегающих отложений Южно-Каспийской впадины. В статье осуществляется глубокая деконструкция механизмов формирования коллекторских свойств на глубинах, превышающих семь тысяч метров, анализируется влияние аномально высоких пластовых давлений на сохранение пористости и проницаемости песчаных тел продуктивной толщи. Особое внимание уделено роли грязевого вулканизма и соляной тектоники в создании структурных ловушек и путей вертикальной миграции углеводородов. Работа обосновывает стратегическую значимость изучения термодинамических условий генерации углеводородов в мезозойских и палеогеновых материнских породах, находящихся в стадии жесткого катагенеза. Проведенный анализ позволяет существенно уточнить прогнозные модели локализации залежей и минимизировать геологические риски при сверхглубоком бурении в акваториальной части Каспийского региона.

Ключевые слова: Южно-Каспийская впадина, сверхглубокие залежи, углеводороды, продуктивная толща, аномально высокое пластовое давление, катагенез, коллекторские свойства, миграция флюидов, структурные ловушки, грязевой вулканизм.

Введение

В современной мировой геологической науке, развивающейся в условиях прогрессирующего истощения запасов углеводородов в традиционных, легкодоступных горизонтах, проблема системного изучения и последующего промышленного освоения сверхглубоких нефтегазоносных систем приобретает статус фундаментального стратегического вызова.

Южно-Каспийская впадина, характеризующаяся уникальным тектоническим строением и колоссальной мощностью осадочного чехла, выступает в качестве глобальной природной лаборатории, где геологические факторы, формирующие вероятность открытия новых залежей на больших глубинах, проявляются в наиболее контрастной и сложной форме. Актуальность представленного масштабного исследования продиктована необходимостью глубокого теоретического и практического осмысления тех уникальных условий, при которых органическое вещество, погруженное в экстремальные термобарические зоны, не только сохраняет свой генерационный потенциал, но и формирует промышленные скопления флюидов в коллекторах, чье существование на глубинах свыше семи-восьми километров ранее считалось теоретически невозможным. В условиях нарастающей потребности в восполнении минерально-сырьевой базы, изучение Южно-Каспийской впадины перестает быть сугубо региональной задачей, превращаясь в ключевой элемент обеспечения глобальной энергетической безопасности и полигон для испытания инновационных технологий сверхглубокого бурения.

Целью данного развернутого введения является обоснование ключевого тезиса о том, что ЮКВ представляет собой специфическую геологическую мегаструктуру, где за счет аномально высокой скорости седиментации и низкого геотермического градиента произошло смещение «нефтяного окна» в область сверхбольших глубин. Мы стремимся продемонстрировать, что за внешней технической сложностью освоения глубоких горизонтов скрывается многослойная архитектура генетических связей между процессами грязевого вулканизма, соляной тектоники и формирования зон разуплотнения пород. Настоящая работа является попыткой системного, всеобъемлющего анализа проблем, связанных с прогнозированием коллекторских свойств и экранирующей способности покрышек на экстремальных глубинах, что имеет решающее значение для минимизации колоссальных геологических и финансовых рисков, сопутствующих освоению акваториальных месторождений. Введение в данную проблематику открывает путь к пониманию фундаментальных законов флюидодинамики сверхглубоких недр, где порода и флюид вступают в сложные термодинамические взаимодействия, определяющие будущее нефтегазовой отрасли Каспийского региона на десятилетия вперед.

Тектоническая эволюция и геодинамические детерминанты формирования сверхглубоких нефтегазовых систем

Фундаментальное и стратегическое значение Южно-Каспийской впадины как одного из наиболее перспективных и в то же время геологически сложных нефтегазоносных регионов мира обусловлено её уникальным тектоническим строением и аномально мощным осадочным чехлом, достигающим в центральных частях колоссальных значений в двадцать пять километров. Геологические факторы, формирующие вероятность открытия новых нефтегазовых залежей на больших глубинах, неразрывно связаны с процессами интенсивного прогибания земной коры и компенсационного осадконакопления, происходившего в условиях

ограниченного пространства между крупными тектоническими блоками. Системный анализ геодинамической эволюции региона показывает, что ЮКВ представляет собой реликтовую структуру океанического типа, характеризующуюся отсутствием гранитного слоя, что в сочетании с экстремально высокой скоростью седиментации создало уникальные условия для быстрого погружения органического вещества в зоны высоких температур и давлений. Мы рассматриваем процесс формирования залежей на больших глубинах не как статичное состояние, а как динамическую систему, где тектонические напряжения кайнозойского этапа обеспечили создание мощных антиклинальных складок и зон разуплотнения, выступающих в роли потенциальных резервуаров для миграционных потоков флюидов.

Особое внимание в контексте оценки вероятности открытия новых месторождений следует уделять фактору аномально высоких пластовых давлений (АВПД), которые в Южно-Каспийской впадине проявляются повсеместно и достигают коэффициентов аномальности, близких к двум. Данный фактор играет амбивалентную роль: с одной стороны, экстремальные давления существенно усложняют процесс бурения и заканчивания скважин, повышая технические риски, но с другой стороны, именно АВПД является критическим механизмом, препятствующим гравитационному уплотнению пород-коллекторов на глубинах более семи-восьми километров. Термобарическая изоляция глубокопогруженных горизонтов позволяет песчаным пластам плиоценового возраста сохранять первичную пористость на уровне пятнадцати-двадцати процентов даже в условиях жесткого литостатического сжатия, что делает их высокодебитными объектами при вскрытии. Таким образом, наличие зон АВПД рассматривается нами как прямой поисковый признак, указывающий на сохранность фильтрационно-емкостных свойств резервуара и экранирующую способность покрышек, состоящих из мощных пачек пластичных глин.

Литолого-фациальный анализ и проблема сохранения коллекторских свойств в условиях жесткого катагенеза

Вероятность обнаружения коммерчески значимых скоплений углеводородов на сверхглубоких горизонтах Южно-Каспийской впадины критически зависит от литологического состава и фациальной принадлежности отложений продуктивной толщи и её стратиграфических аналогов. Процесс формирования коллекторов на больших глубинах подчиняется законам вторичного минералообразования, где решающее значение имеет присутствие хлоритовых и других глинистых пленок на зернах кварца, которые ингибируют процессы регенерации и цементации, тем самым консервируя поровое пространство. Детальная деконструкция палеогеографических условий осадконакопления в плиоцене показывает, что дельтовые и авандельтовые фации палео-Волги и палео-Амударьи сформировали мощные песчаные линзы, которые при быстром погружении оказались запечатаны непроницаемыми глинистыми экранами, что предотвратило их деградацию под воздействием агрессивных температур.

Мы аргументированно утверждаем, что именно фациальная зональность определяет пространственную локализацию зон наилучших коллекторов, смещая акцент поисковых работ с чисто структурных критериев на литолого-стратиграфические ловушки, связанные с конусами выноса мутьевых потоков в глубоководных частях бассейна.

Не менее сложным и важным фактором является катагенетическая преобразованность органического вещества в материнских породах мезозойского и палеоген-миоценового возраста (майкопская серия). На больших глубинах Южно-Каспийской впадины традиционное представление о «главной фазе нефтеобразования» существенно трансформируется из-за низкого геотермического градиента, обусловленного быстрой седиментацией и низкой теплопроводностью мощных глинистых толщ. Это приводит к значительному расширению «нефтяного окна» до глубин в девять-десять километров, что позволяет надеяться на открытие не только газоконденсатных, но и чисто нефтяных залежей в горизонтах, которые в других бассейнах давно перешли бы в стадию метанообразования. Когнитивная модель генерационно-аккумуляционных систем ЮКВ предполагает многоэтапность миграции углеводородов, где глубокозалегающие материнские толщи продолжают подпитывать вышележащие ловушки через системы разломов и каналы грязевых вулканов, создавая уникальные по запасам многопластовые месторождения-гиганты.

Роль грязевого вулканизма и соляной тектоники в вертикальной миграции и формировании ловушек

Грязевой вулканизм является наиболее ярким и диагностически значимым геологическим фактором, специфичным для Южно-Каспийского региона и напрямую формирующим вероятность открытия новых залежей на больших глубинах. Мы рассматриваем грязевые вулканы не только как поверхностные проявления дегазации недр, но как сложнейшие природные дренажные системы, обеспечивающие гидравлическую связь между сверхглубокими генерационными центрами и структурными ловушками в верхних частях осадочного разреза. Деконструкция морфологии вулканических аппаратов показывает, что подводящие каналы вулканов часто окружены зонами интенсивной трещиноватости и разуплотнения, которые сами по себе могут выступать в качестве нетрадиционных коллекторов массивного типа. Более того, наличие корней грязевых вулканов на глубинах двенадцать-четырнадцать километров служит неоспоримым доказательством активного флюидодинамического режима и продолжающейся генерации углеводородов в глубоких недрах впадины.

Сочетание грязевого вулканизма с элементами соляной и глиняной тектоники приводит к формированию высокоамплитудных складчатых структур, осложненных разрывами, которые являются классическими объектами для нефтегазопроисловых работ.

Однако на больших глубинах сложность строения таких ловушек резко возрастает, требуя применения прецизионных методов трехмерной сейсморазведки для точного определения контуров залежей и зон максимальной продуктивности. Мы подчеркиваем, что вероятность открытия новых месторождений на больших глубинах ЮКВ напрямую коррелирует с интенсивностью тектонической нарушенности сводовых частей антиклиналей, где создаются оптимальные условия для аккумуляции углеводородов. Этическая и научная ответственность исследователя заключается в необходимости перехода от поиска простых структурных поднятий к выявлению сложных комбинированных ловушек, где экранирование обеспечивается как литологическими экранами, так и тектоническими нарушениями, что превращает сверхглубокое бурение в интеллектуальноемкий технологический процесс.

Заключение: Прогностическая оценка и стратегические направления освоения глубоких горизонтов ЮКВ

Подводя окончательный, фундаментальный итог системному анализу геологических факторов, определяющих нефтегазоносность сверхглубоких горизонтов Южно-Каспийской впадины, необходимо констатировать, что вероятность открытия новых крупных и гигантских залежей в данном регионе остается исключительно высокой и научно обоснованной. Основной вывод работы заключается в том, что ЮКВ представляет собой уникальный природный резервуар, где за счет специфических термобарических условий и высокой скорости осадконакопления произошло смещение зон нефтеобразования в область экстремально больших глубин, что открывает колоссальные перспективы для дальнейшей разведки. Мы доказали, что наличие АВПД и специфический литологический состав пород-коллекторов являются ключевыми условиями сохранности емкостных свойств на глубинах свыше семи тысяч метров, превращая сверхглубокое бурение в приоритетное направление развития энергетической отрасли региона.

Дальнейшие пути освоения недр Южно-Каспийской впадины мы связываем с внедрением методов глубокого моделирования флюидодинамических систем и уточнением роли грязевого вулканизма в формировании путей миграции углеводородов. Сохранение и приумножение ресурсной базы региона требует разработки новых технологических решений для бурения в условиях агрессивных температур и давлений, а также более детального изучения мезозойского комплекса, который на текущий момент остается практически не вскрытым бурением в глубоководной части бассейна. Данный труд вносит фундаментальный вклад в развитие теории нефтегазообразования в глубокопогруженных впадинах океанического типа, подтверждая, что недра Южного Каспия скрывают в себе еще не открытые запасы, способные радикально изменить энергетический баланс региона и мира в ближайшие десятилетия.

Литература

1. Гулиев И. С., Левин Л. Э., Федоров Д. Л. Нефтегазоносность глубокопогруженных отложений. — М.: Научный мир, 2004. — 321 с.
2. Керимов В. Ю., Шилов А. С., Мустаев Р. Н. Геологические условия формирования нефтегазовых залежей в глубокопогруженных горизонтах Южно-Каспийской впадины // Нефтяное хозяйство. — 2018. — № 5. — С. 18–24.
3. Huseynov D. A., Guliyev I. S. Mud volcanism and giant hydrocarbon accumulations in the South Caspian Basin // Natural Gas Geoscience. — 2004. — Vol. 15. — P. 231–245.
4. Yusubov N. P., Guliyev I. S. Mud Volcanism and Hydrocarbon Systems of the South Caspian Basin. — Баку: Nafta-Press, 2022. — 256 p.
5. Мамедзаде Р. Н. Прогноз зон развития АВПД в Южно-Каспийской впадине. — Баку: ЭЛМ, 1995. — 180 с.
6. Ахмедов А. Г. Тектоника и нефтегазоносность мезозоя Южного Каспия. — М.: Недра, 1982. — 210 с.
7. Smith-Rouch L. S. South Caspian Basin: A structural and stratigraphic analysis. — AAPG Memoir, 2002. — No. 74. — P. 155–178.