

## Секция 1. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. ГЕОЛОГИЯ ТВЕРДОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

### Критерии оценки нефтегазоносности карбонатных отложений верхнего мела депрессионных зон Предгорного Дагестана

*В.А. Агамов, Ю.М. Магомедов  
ИГ ДНЦ РАН*

Карбонатные отложения верхнего мела являются основной продуктивной толщей Восточного Предкавказья и, в частности, Дагестана. Однако, если на протяжении многих лет поиски залежей связывались с антиклинальными структурами (в основном глубокого заложения), на данном этапе из-за значительного сокращения фонда положительных структур возникает необходимость поиска альтернативных источников скоплений УВ. Ранее [1] мы отмечали, что анализ фактического материала позволяет положительно оценивать поиски залежей нефти и газа необязательно в условиях антиклинального перегиба пласта или толщи, но также в нетрадиционных структурных условиях – моноклиналях, гемантиклиналях, зонах тектонических нарушений и разуплотнения пород и других участках с анамальной трещиноватостью тектонического генезиса. Подобные залежи могут быть выявлены, в частности, в Предгорном Дагестане в условиях моноклинального залегания верхнемеловых отложений Салтабакской структурной террасы, поднадвиге Дузлакского погребённого разрыва, зонах Нараттюбинской дислокации и Гамриозеньского разлома, где были обнаружены прямые признаки нефти и газа. В качестве перспективных природных резервуаров нетрадиционного типа отмечались глыбы внедрения (олистолиты) меловых и фораминиферовых пород в глинистую майкопскую толщу.

В настоящей работе акцентируется проблема возможностей промышленного скопления УВ в карбонатных отложениях верхнего мела в условиях депрессионных зон Предгорного Дагестана. В контексте этой проблемы возникает вопрос какие могут быть оценочные критерии продуктивности при отсутствии данных глубокого бурения и прямых методов обнаружения залежей нефти и газа.

Некоторые исследователи [3] совершенно справедливо отмечали необходимость изучения депрессионных зон (Каранайаульской, Катынтаузской, Тепселитаусской, Буйнакской, Бильгадинской и др.). Однако они исходят из представлений, что в этих зонах существует тектонические блоки, осложнённые антиклинальными перегибами. По их мнению сейсморазведочные и другие поисковые работы должны быть направлены на детализацию блоков с антиклинальными перегибами, а также на детализацию участков, связанных с продолжением установленных антиклинальных зон и положительных гравиметрических аномалий (Агачаульская, Северо-Махачкалинская, Сутайкутанская, Экибулакская, Ленинкаентская, Гилянская, Гашинская, Северо-Каякентская и др.), где верхнемеловые отложения залегают на сравнительно небольшой глубине (1,5 – 4,0 км). Целесообразность постановки этих вопросов очевидна. Что касается антиклинальных перегибов в отмеченных синклиналях, то нам представляется этот тезис спорным.

Попытаемся оценить перспективность верхнемеловых отложений исходя из классических представлений о синклинальных структурах с необходимыми морфологическими признаками (замок, крылья, переклинали и т.д.). В качестве объекта исследований используем наиболее характерные синклинали Предгорного Дагестана Каранайаульскую и Бильгадинскую. Указанные синклинали представляют собой элементы общей корытообразной синклинали между Восточной и Западной антиклинальными зонами, ширина которой в отдельных местах достигает 10-15 км. Выделение обособленных синклинальных прогибов возможно ввиду наличия хорошо прослеживаемых сёдел, возникших в результате волнообразного изгибания шарнирно-синклинальной зоны. Эти сёдла соответствуют наиболее приподнятым участкам обрамляющих антиклиналей. Наибольшее погружение шарнир-синклинальная зона испытывает на широте Избербаша в Каранайаульском прогибе.

В современном плане синклинальные прогибы отличаются широким распространением в их пределах апшерон-акчагыльских отложений, залегающих платообразно, в то время как на сопредельных антиклинальных зонах благодаря четвертичным трансгрессиям и регрессиям эти отложения размыты. Геологическое строение третичных отложений достаточно изучено. Необходимо отметить, что при геологическом изучении, естественно, основное внимание было уделено зонам антиклинальных поднятий, в то время как синклинальные зоны оставались слабо или почти неизученными, поэтому информация по их строению очень ограничена. Проведённые последнее время сейсмические исследования позволили в некоторой степени осветить строение этих синклиналей. Как указывалось выше наиболее погруженным и широким прогибом в синклинальной зоне является Каранайаульский прогиб, имеющий почти квадратную форму. Эта широкая синклиналь в своём продолжении, как в северо-западном, так и юго-восточном направлениях, переходит в узкие прогибы. На юго-восток синклинальная зона после перехода седловидного поперечного перегиба в районе Дагогнинского поднятия постепенно погружается в сторону Самурского поперечного прогиба под названием Бильгадинского. Бильгадинская синклиналь также не является идеальной структурой, так как на широте Хошмензила она более широкая, чем её южное продолжение, которое между структурами Аджинаур и Рубас (Куллар) становится узким глубоким прогибом, носящим название Кулларский. В геологическом строении синклинальной зоны принимают участие отложения от четвертичных до нижнеюрских. Однако следует отметить, что в синклинальных зонах

мощность этих отложений гораздо больше, чем в антиклинальных, так как происходит значительное выклинивание и сокращение отдельных горизонтов в сторону поднятия. В строении антиклинальных зон отчётливо намечается три структурных этажа: мезозойско-фораминиферовый, среднетретичный и плиоценовый, и, не исключено, что и в строении синклинальных прогибов эта особенность сохраняется, но в меньшей степени. Структурное строение синклинальной зоны в данной работе даётся по верхнемеловым отложениям, как наиболее компетентным и перспективным в плане промышленных скоплений УВ. Каранайаульская синклиналь имеет крутые крылья и западные - более крутые, чем восточные. Причём эта особенность характерна для других синклиналей. Другая особенность - нарушенность, как западных, так и восточных крыльев синклиналей серией тектонических разрывов. Падение плоскости разрыва на восточных бортах синклиналей северо-восточное, со смещением по плоскости разрыва до 300-500 м северо-восточного блока, а на западных - падение плоскости разрывов юго-западное со смещением до 300 м юго-западного блока. Разрывные нарушения наблюдаются также в пределах дна некоторых прогибов. Эти нарушения, отмеченные в мезозойских (меловых) отложениях, прослеживаются также и в третичных до кровли караганского горизонта. Кроме продольных разрывных нарушений в синклинальной зоне встречаются и поперечные к структуре. Это известные разрывные нарушения в районе рек Колочи, Инче-хе-озень, Гамри-озень, Уллучай, Рубас, Самур и др.

Ранее делались попытки в пределах синклинальных прогибов пробурить параметрические поисковые скважины. Так в пределах бортов Каранайаульской синклинали были пробурены три скважины, которые вскрыли перспективные верхнемеловые отложения. Однако притоки УВ не были получены, видимо, из-за некачественного вскрытия и опробования продуктивных горизонтов. Неудачный опыт не может сбросить со счёта перспективность погруженных участков синклиналей, поскольку наибольшую трещиноватость карбонатная толща испытывает, как в зонах поднятия, так и в зонах прогиба.

Верхнемеловые отложения рассматриваемых синклиналей керном совершенно не освещены, бурение скважин весьма ограничено и естественно отсутствует комплекс ГИС, необходимый для количественного определения коллекторских параметров, предполагаемых природных резервуаров. По аналогии с отложениями смежных априори можно утверждать, что одноимённые

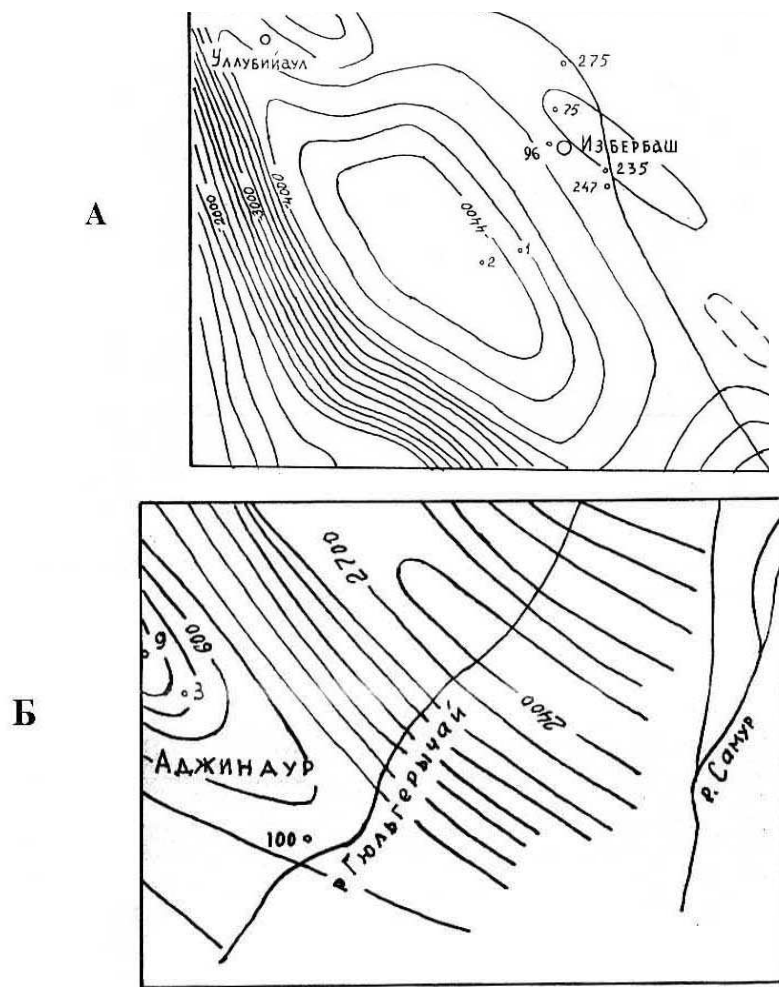


Рис. 1. Фрагменты Каранайаульской (А) и Бильгадинской (Б) синклиналей (Изогипсы приведены по кровле верхнего мела через 200 м.).

отложения в депрессионных зонах довольно однообразны по литологическому составу и представлены мелкозернистыми химогенными плотными, чистыми и глинистыми известняками. Карбонатность их меняется, как правило, от 65 до 95 %. Процент доломита в породах невелик, не превышает 3-4 %. Глинистый материал распределён по разрезу неравномерно, верхняя часть в большинстве случаев сложена глинистыми известняками. Вниз по разрезу преобладают чистые разности, а к подошве глинистость вновь возрастает. Общая мощность толщи предположительно изменяется от 150-500 м. В результате лабораторных определений общая пористость матрицы колеблется от 1,0 до 3,7 %, пористость насыщения 0,4-2,5 %; проницаемость неизменно мала – от 0 до  $10^{-15}$  м<sup>2</sup>. В настоящее время не представляется дискуссионным вопрос об отношении верхнемеловых известняков к классу трещинных коллекторов. Из-за неблагоприятной геолого-информационной ситуации (отсутствие базы данных по бурению, лабораторным анализам, геофизическим исследованиям скважин) применение существующих методов определения количественных параметров ФЕС не представляется возможным. В этих условиях предпринята попытка для оценки коллекторских характеристик верхнемеловой толщи в условиях синклинали залегания применить новый способ [2]. Основной посылкой применения указанного способа на структурных элементах Бильгадинской и Каранайаульской синклиналей является дислоцированность (деформация) отложений за счёт нарушения горизонтального залегания. В данном контексте синклинали изгиб подошвы пласта условно может быть истолкован как антиклинальный изгиб с обратным знаком. В этом случае подошва верхнемеловой толщи может рассматриваться как кровля для антиклинальных структур с применением тех же методических приёмов, которые позволяют рассчитывать локализованную трещиноватость наиболее напряжённых участков структуры, включая свод складки. На рис. 1 даны фрагменты Каранайаульской и Бильгадинской синклиналей (выкопировка из карты масштаба 1:200000) в изогипсах по кровле верхнего мела. Согласно расчёту по трём изолиниям Каранайаульской фрагмента (4,0; 4,2; 4,4 км) средняя величина коэффициента дислоцированности ( $K_d$ ) по осям составляет 0,046 и 0,021 и суммарная величина – 0,069. По трём изолиниям Бильгадинского фрагмента (2,0; 2,2; 2,4 км) средняя величина дислоцированности по малой оси составляет 0,078 (большая ось не определена).

Если сравнить полученные расчётные коэффициенты  $K_d$  с аналогичными коэффициентами и коэффициентами трещинной ёмкости ( $K_T$ ) для локальных положительных структур Восточного Предкавказья [1], то величины  $K_T$  (экстраполяция) для фрагментов обеих синклиналей находится в пределах 0,15-0,24 (таблица 1).

Таблица 1

Коэффициенты трещинной ёмкости и дислоцированности верхнемеловых отложений в пределах локальных структур Восточного Предкавказья

№№ п/п	Месторождение, площадь	Коэффициент трещиноватости, $K_T$ , %	Коэффициент дислоцированности, $K_d$			Примечание
			По малой $K_{d1}$	По большой от $K_{d2}$	Суммарный, $K_{dс}$	
1.	Димитровское	1,28	-	-	-	$K_T$ по ГИС
2.	Гаша	1,05	0,17	0,07	0,24	Интерполяция
3.	Ачи-су	1,10	0,2	0,02	0,22	Интерполяция
4.	Шамхал-Булак	1,2	0,17	0,04	0,21	По ГИС
5.	Хаян-Корт	1,00	0,2	0,01	0,21	По ГИС
6.	Миатлы	0,95	0,15	0,05	0,2	Интерполяция
7.	Малгобек-Вознесенское	0,98	0,18	0,01	0,19	По ГИС
8.	Селли	1,0	-	0,05	-	По ГИС
9.	Дагогн	0,55	0,12	0,04	0,16	Интерполяция
10.	Заманкул	0,5	0,12	0,03	0,15	По ГИС
11.	Дузлак	0,3-0,4	0,10	0,03	0,13	Интерполяция
12.	Карабулак-Ачалуки	0,30	0,11	0,02	0,13	По ГИС
13.	Избербаш	0,28	0,10	0,02	0,12	Экстраполяция
14.	Чубар-Арка	0,25	0,02	0,07	0,09	Экстраполяция
15.	Махачкала	0,20	0,06	0,02	0,08	Экстраполяция
16.	Каранайаульская синклиналь	0,15	0,048	0,021	0,069	Экстраполяция
17.	Бильгадинская синклиналь	0,24	0,078	-	0,078	Экстраполяция

Эти величины соизмеримы с  $K_T$  локальных структур Чубар-Арка и Махачкала, что вполне приемлемый результат. Однако эта оценка полуколичественная и, в известной степени, условная. Второй этап работы – применение более точного количественного инструмента [2] для оценки коллекторских параметров нетрадиционных природных резервуаров, каковыми могут быть синклинали прогибы. Расчётные параметры по новому способу приведены в таблице 2.

В результате применения палеточных данных и поправочных коэффициентов получены средние по мощностям толщи величины трещинной пористости ( $m_T$ , %) : для фрагмента Каранайаульской синклинали – 0,185 % и 0,027 % (в плоскости малой и большой осей); для фрагмента Бильгадинской синклинали – 0,66 % (в плоскости малой оси), минимальная величина  $m_T$  не определялась из-за отсутствия данных по большой оси (рис. 1 Б).

Таблица 2

Расчётные параметры количественной оценки вторичной ёмкости верхнемелового коллектора депрессионных зон

№ п/п	Параметры	Условные обозначения	Единицы измерения	Величины параметров		Примечание
				Каранай-аульская синклиналь	Бильгадинская синклиналь	
1.	Максимальная кривизна в плоскости малой оси	$K_{\max}$	1/км	0,04	0,19	
2.	Минимальная кривизна в плоскости большой оси	$K_{\min}$	1/км	0,008	-	Большая ось не определена
3.	Мощность толщи	H	км	0,5	0,25	
4.	Максимальная геостатическая нагрузка	$P_{\max}$	кг/см <sup>2</sup>	2000	2000	
5.	Геостатическая нагрузка на замок синклинали	$P_{\text{св}}$	кг/см <sup>2</sup>	1300	650	
6.	Поправочный коэффициент за хрупкие свойства	$K_{\text{хр}}$	-	0,35	0,67	
7.	Поправочный коэффициент за упругие свойства	$K_{\text{уп}}$	-	0,75	0,04	
8.	Поправочный коэффициент за пустотность трещин	$K_{\text{пуст}}$	-	0,50	0,50	
9.	Поправочный коэффициент за температуру, °С	K	-	0,99	0,99	
10.	Коэффициент дислокации	$K_{\text{д}}$	-	0,069	0,078	

В целом результаты определения оценочных критериев свидетельствуют о благоприятных обстоятельствах возможной аккумуляции промышленных скоплений УВ в некоторых частях синклинальных прогибов. Хотя величина 0,027 лежит слева зоны неоднозначности (0,056 – 0,077 %) и представляет собой отрицательный результат, величина 0,185 – значительно правее этой зоны и интерпретируется, как вполне надёжный ёмкостный параметр верхнемелового коллектора. К примеру, в скважине 25 Димитровской площади интервалы верхнего мела с такой характеристикой проявляют себя значительными поглощениями бурового раствора (В.В. Холодилов. 1999). Что касается фрагмента Бильгадинской синклинали, то коллекторская характеристика здесь ещё более впечатляющая (0,66 %) и лежит далеко за пределами неоднозначности в области промышленных коллекторов.

Особенно следует подчеркнуть, что использование параметров трещинной пористости в качестве критериев оценки нефтегазоносности верхнемеловых карбонатных пород обусловлено, во-первых, высокой его информативностью по сравнению с другими параметрами коллекторских показателей, во-вторых, ведущей ролью трещиноватости в ФЕС коллектора. Другие генетические виды пустот (кавернозность, выщелачивание и пр.), которые могут развиваться в трещинном субстрате, лишь увеличивают ёмкостные параметры пород.

Необходимо учесть и ещё одно обстоятельство. Рассмотренные величины  $m_T$  являются средневзвешенными по всей мощности отложений, а не по отдельным интервалам в зависимости от литологических особенностей пород. В этом плане, как показал опыт освоения месторождений, особого внимания заслуживают отложения кампанского и санктонского ярусов, представленные чистыми разностями известняков, обладающими наиболее хрупкими свойствами. Перечисленные обстоятельства могут иметь решающее значение при окончательной оценке нефтегазоносности карбонатных отложений верхнего мела в депрессионных зонах Предгорного Дагестана.

#### Литература

1. Агамов В.А., Мустафаев Н.Б., Холодилов В.В. и др. Особенности оценки ёмкостных свойств карбонатных коллекторов нефти и газа Предгорного Дагестана. – Сборник научных трудов НК «Роснефть». М. 2003.
2. Агамов В.А. Новый способ определения трещинной ёмкости коллекторов. Решение о выдаче патента от 21 марта 2005 г. Заявка № 2002103778(003629). ФИПС. М. 2005 г.
3. Шарафутдинов Ф.Г., Мирзоев Д.А. и др. Геология нефтегазовых месторождений Дагестана и прилегающей акватории Каспийского моря. Махачкала. 2001.

### Современный уровень изученности нетрадиционных природных резервуаров в осадочно-породных бассейнах Дагестана

*В.А. Агамов*  
ИГ ДНЦ РАН

Длительное время теория и практика геолого-разведочных работ на углеводородное сырьё была ориентирована в основном на поиски месторождений в антиклинальных структурах. Это был первый этап изучения и освоения месторождений УВ в различных регионах мира. На смену ему пришёл более сложный этап – поиски и разведка УВ в структурах нетрадиционного типа. Если объектами исследования на первом этапе были относительно простые структуры (пласты и комплексы с антиклинальным пе-