

**ВАРИАЦИИ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА УГЛЕРОДА  
НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

© Маммаев О.А., Маммаев Б.О.

*Институт проблем геотермии ДНЦ РАН,  
Институт геологии ДНЦ РАН, г. Махачкала*

*Проводится интерпретация изотопных отношений углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) в газах нефтегазовых месторождений Восточного Предкавказья по собственным и литературным данным. Прослеживается зональность изотопных отношений углерода по глубине расположения промысловых горизонтов.*

*Ключевые слова:* изотопный состав, попутные газы, зональность, нефтегазовые месторождения.

Информативность изотопного состава углерода метана при изучении генезиса природных газов и сопутствующих подземных вод в настоящее время однозначно установлена [1, 2–4, 5]. В зависимости от первоначальных условий генерации, метан, а также углекислый газ характеризуются строго определенным изотопным составом углерода. В зависимости от этого фактора среди газов осадочной толщи различаются две группы: газы биохимического генезиса и термокаталитического генезиса. В свою очередь зоны генерации углеродосодержащих газов в зависимости от лито-стратиграфического строения регионов подвержены вертикальной зональности.

При интерпретации изотопных отношений  $\delta^{13}\text{C}$  необходимо также учитывать и гидродинамические условия [4]. С целью идентификации подземных вод различных водоносных комплексов ВПАБ нами привлечен и изотопный состав углерода  $\delta^{13}\text{C}$  метана и углекислого газа по собственным и литературным данным [6, 7].

Благодаря в основном вышеперечисленным доводам, значения изотопного состава углерода в комплексе с другими изотопно-геохимическими показателями используются для установления генетических особенностей природных газов и подземных вод.

По расчетам Э. Галимова [2] в ювенильной углекислоте  $\delta^{13}\text{C} = -7\%$ , а для эндогенного первоначального метана предполагается  $\delta^{13}\text{C} = (-3,2 \div -12,8)\%$  [4]. В термальных рассолах мезозойских отложений Платформенного Дагестана и Ставропольского свода присутствует изотопно тяжелый метан соответствующий термокаталитическому генезису (табл. 1). Интервал значений  $\delta^{13}\text{C}$  для метана в рассолах мезозойских отложений Прикумской зоны составляет  $(-34,8 \div -53,1)\%$ . Тяжелые гомологи метана в углеводородных газах платформенной части присутствуют до 35%, что также характеризует высокую степень преобразования органического вещества в мезозойских отложениях платформенной части. При сравнении изотопного состава углерода метана для Прикумской зоны и нефтегазовых месторождений Южного Дагестана наблюдается некоторое утяжеление изотопного состава  $\delta^{13}\text{C}$  для первого района. Это, видимо, обусловлено наличием более высоких термобарических условий в платформенной зоне, где относительно погружены мезозойские отложения.

Для газов термальных вод миоценовых отложений характерным является более легкий изотопный состав метана, хотя для глубоких горизонтов чокрака (Кизляр, 5т) можно предположить большую долю и термокаталитического метана ( $\delta^{13}\text{C} = -60\%$ ). Интервал значений  $\delta^{13}\text{C}$  метана для термальных вод среднего миоцена составляет  $(-60,7 \div -67,3)\%$ . Эти значения изотопного отношения углерода являются характерными для биохимической зоны генерации метана. Общие содержания тяжелых гомологов метана в газах среднемиоценовых отложений резко занижены по сравнению с мезозойскими и составляют (5–10) %.

Таблица 1

Изотопный состав углерода метана и углекислого газа нефтегазовых месторождений Восточного Предкавказья

Месторождение	Скважина	Возраст отлож. и интервал перф.	CH <sub>4</sub> %	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> %	C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> %	δ <sup>13</sup> C ‰ (CH <sub>4</sub> )	δ <sup>13</sup> C ‰ (CO <sub>2</sub> )
Безводненское	885	1320-1300 н.мел.	89,8	5,1	1,5	-37,5	-
Белоозерское	3	3358-3368 в.мел.	39,7	18,5	16,0	-40,4	-
Величаевское	18	2526-2530 н.мел.	51,6	14,0	12,9	-46,9	-
Величаевское	147	3086-3070 н.мел.	56	18,6	10,1	-35,8	-
Бажиган	935	1382-1372 в.мел.	95,4	2,2	0,4	-37,0	-
Зимняя ставка	41	3493-3516 триас	63,7	15,1	7,0	-40,2	-
Подсолнечное	6	3561-3582 ср.юра	67,6	12,8	5,7	-43,0	-
Самурское	26	1665-1686 н.мел.	90,0	3,8	1,6	-37,9	-
Солончаковое	17	3410-3413 н.мел.	87,8	4,8	1,8	-35,5	-
- « -	2	4498-4505 н.юра				-33,0	-1,0
- « -	38	4374-4383 н.юра				-20,0	-11,0
- « -	12	3936-3956 н.мел.	73,2	5,0	3,0	-34,8	-
Степное	14	3630-3629 ср.юра	88,2	4,6	1,5	-40,8	-
- « -	17	3600 ср.юра	89,6	6,3	1,8	-37,6	-
Мектебское	28	2915-2907 н.мел.	42,1	11,4	19,7	-52,4	-
Юбилейное	15	4324-4350 н.юра	92,9	4,4	0,9	-35,6	-
- « -	13	4412-4423 н.юра				-60,0	-25,0
Южное	2	3230-3240 н.мел.	43,8	18,6	15,3	-41,0	-
З. ставка	8	3520-3616 триас	78,9	10,9	2,9	-40,3	-
Р. Хутор	95	1710-1716 майкоп	93,2	0,08	0,15	-50,0	28,7
- « -	96	1505-1511 майкоп				-89,0	-27,0
- « -	103	1739-1741 майкоп				-74,0	-18,5
Берикей	20	2473 н. мел.	17,4	0,12	0,008	-45	-0,2
Рубас	4	1640 в.мел.	83,1	2,5	0,24	-43,0	-7,6
Дузлак	8	600 в.мел.	71	0,72	0,31	-46,0	-20,9
Кизляр	5т	2832-2846 чокрак	31,5			-60,0	-
Махачкала	22т	1590 чокрак	24,7	0,38	0,13	-66,0	-
Избербаш	46	1500 чокрак	81,0	0,1	0,015	-67,6	-
Зурамкент	мин. источник	караган	5,33			-60,0	-
Амур – Курган	1	440 апшерон				-75,9	-
Затеречный		400 апшерон	-	0,02	следы	-60,2	-
Белоозерская		450 апшерон	1,9	следы		-74,2	-

Для метана вод плиоцен-четвертичных отложений характерным является изотопный состав δ<sup>13</sup>C в пределах (-72,3 – 78,2)‰, который соответствует полностью биохимическому генезису. Доля тяжелых гомологов метана составляет доли процентов.

В целом для изотопных отношений δ<sup>13</sup>C метана, генерируемого в разрезе мезокайнозойских отложений ВПАБ, отмечается вертикальная зональность (рис.1.), выражающаяся в облегчении изотопного состава вверх по разрезу и соответствующей смене гидрохимических и гидродинамических условий подземных вод [8]

Были использованы изотопные отношения углерода метана и для определения степени зрелости нефтеобразующих материалов [9]. По нашим данным не наблюдается прямой зависимости между содержанием тяжелых гомологов углеводородных газов и глубиной расположения нефтегазовых горизонтов (табл. 1).

Изотопный состав δ<sup>13</sup>C углекислоты в некоторых месторождениях термальных вод составляют: Берикей (скв. 20) -0,2‰, Рубас (скв. 4) -7,6‰, Каякент (скв. 600) -10,4‰, Махачкала (22 т) -20,9‰. По значению δ<sup>13</sup>C в (скв. 20) Берикей можно предположить образование углекислоты с относительно тяжелым изотопным составом за счет деструкции карбонатных пород в глубокопогруженных пластах при повышенных термобарических условиях.

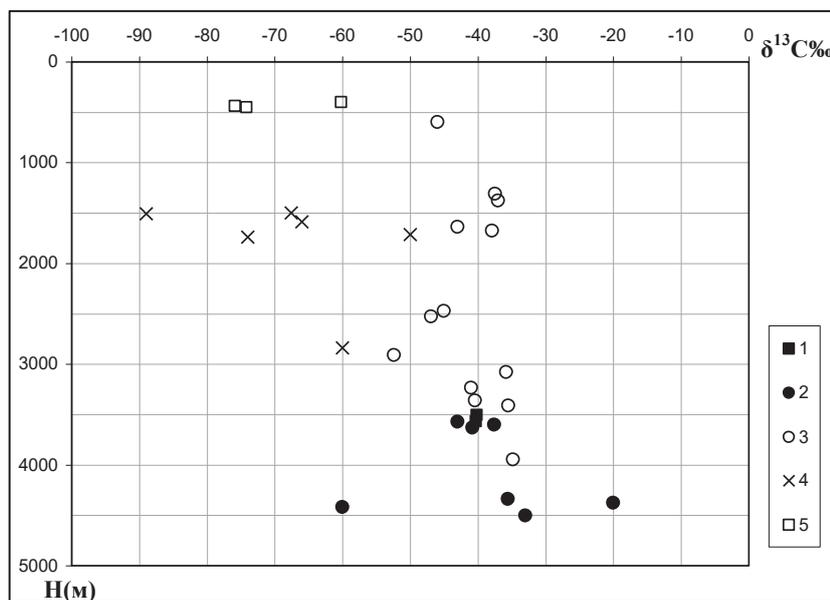


Рис. 1. Зависимость изотопных отношений углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) метана от глубины для нефтегазовых месторождений Восточного Предкавказья для отложений:  
 1 – пермо-триаса; 2 – юрских; 3 – меловых; 4 – миоценовых; 5 – плиоцен-четвертичных

Относительно тяжелым является изотопный состав углерода  $\text{CO}_2$  и на площади Рубас. Изотопный состав углекислоты ( $\delta^{13}\text{C}$ ) на нефтегазовых месторождениях Прикумской зоны Дагестана является также относительно утяжеленным и составляет: Кумухская (скв. 4) – 8,5‰, Избербаш (скв. 46) – 13,7‰, Ю. Таловская (скв. 2) – 7,1‰.

### Литература

1. Радиохимические и изотопные исследования подземных вод нефтегазоносных областей СССР / Ф.А. Алексеев, Р.П. Готтих, С.А. Сааков, Э.В. Соколовский. М.: Недра, 1975. 271 с.
2. Галимов Э.М. Эффект обогащения изотопов  $\text{C}^{13}$  углерода метана в процессе фильтрации его в горных породах // Геохимия, 1967. № 12. С. 1504-1505.
3. Галимов Э.М. Геохимия стабильных изотопов углерода. М., Недра. 1968. 224 с.
4. Галимов Э.М. Изотопы углерода в нефтегазовой геологии. М., Недра. 1973. 384 с.
5. Крейг Г. Геохимия стабильных изотопов углерода // Сборник. Изотопы в геологии. Изд. иностр. лит., 1954. С. 440-494.
6. Изотопно-геохимические исследования в сейсмоактивных областях в связи с разработкой методов прогноза землетрясений и выявление связи изотопно-геохимических параметров с тектоническим режимом недр / В.С. Лебедев, А.П. Спиридонов, С.С. Сардаров и др. // Геол. фонды ин-та геологии. Даг. ФАН СССР. М., 1979.
7. Лобков В.А. Изотопный состав углерода метана в связи с условиями его образования и миграции: автореферат дис. ... канд. наук. Л., ВНИИГРИ. 1976.
8. Маммаев О.А. Подземные воды Восточного Предкавказья (формирование, гидрогеохимия и процессы радиотеплогенерации). Махачкала: ДНЦ РАН, 2006. 280 с.
9. Магомедов Ш.А., Маммаев О.А., Магомедов А.Ш. Определение степени зрелости нефти по изотопному составу углерода метана // Региональная геология и нефтегазоносность Кавказа. Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып. 58. Махачкала: АЛЕФ, 2012. С. 86-89.