

**ГАЗОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РАЙОНОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ  
ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА.****А.Ш. БАБАЕВ****Комплексное Геологоразведочное и Топографическое Управление  
kgkti@azeurotel.com**

*В статье рассмотрены различные аспекты проблемы оценки запасов углеводородов в районах Азербайджана, где сосредоточено большее число его грязевых вулканов. Большинство работ на эту тему охватывает глубины до 10 км. В связи с тем, что глубина расположения газовых очагов грязевых вулканов значительно больше указанной величины, а связь подпитывающих их источников с ловушками в которых накапливаются углеводороды, несомненна, автором сделан вывод, что указанная глубина является недостаточной для оценки запасов углеводородов.*

*На основании термодинамических условий, в которых находятся компоненты парогазовой смеси при поступлении их в ловушки, автором составлена методика расчета прогнозируемых запасов метана и объема содержащих его пород на основе которой рассчитаны расход газа и количество питаемых им грязевых вулканов в районах развития грязевого вулканизма Азербайджана. Выявлено, что Абшеронский нефтегазоносный район способен обеспечить одновременное функционирование 63 грязевых вулканов, Бакинский архипелаг – 24, Нижнекуруинский – 24, Шемаха-Гобустанский – 19. Также выявлено, что при среднем периоде покоя вулкана 10 лет ежегодно в Республике должно происходить примерно 13 их извержений. Автором определены некоторые причины, по которым количество зафиксированных ежегодно извержений меньше этой величины и подчеркнуто, что анализ этих причин позволит вплотную приблизиться к прогнозу нефтегазоносности и прояснению механизма нефтегазоаккумуляции в районах развития грязевого вулканизма Азербайджана.*

Прогнозированию запасов углеводородов в странах, где ведутся их разведка и добыча, посвящено множество работ различных специалистов (1), (2), (4), (5), (6), (7), (9), (10), (12-14) и др. Эти работы, несмотря на общую направленность, отличаются по методике и оценке важности рассматриваемых параметров. В зависимости от предмета исследования их можно условно разделить на несколько подклассов:

- оценка прогнозных запасов УВ в перспективных районах;
- закономерности размещения нефтяных и газовых месторождений в зависимости от глубины их залегания;
- закономерности распределения углеводородных скоплений на поверхности Земли;
- и др.

Результаты этих работ обобщены при создании карты месторождений нефти и газа Азербайджана, на которой показаны не только существующие, но и

прогнозные запасы углеводородов [8].

Однако, большинство этих работ охватывает сравнительно небольшие глубины (редко до 10 км), что даже для современных технических возможностей делает такие работы морально устаревшими.

С течением времени месторождения углеводородов на отмеченных глубинах истощаются, а неисследованных площадей остается все меньше и меньше. Это, в совокупности с постоянно растущим энергопотреблением и как следствие, ценой на энергоносители заставляет всерьез рассматривать газовый потенциал больших глубин как средство удовлетворения энергетического голода. Еще недавно разработка месторождений углеводородов на глубинах более 10 км считалось невозможным. Появление новых технологии бурения и большого количества сверхглубоких (по нынешним понятиям) скважин позволяют говорить, что наряду с продолжением разведки на новых территориях обычным бурением в недалеком будущем начнется разведочное бурение сверхглубоких скважин на уже исследованных площадях. Однако, цена каждой такой скважины столь высока, что потребует от специалистов более точных данных по указанию мест для бурения. Вместе с тем, для повышения рентабельности добычи углеводородов и эффективности их поисков необходимо на основе геофизических и геохимических данных выявить запасы газа, поступившие из недр Земли в каждый из рассматриваемых районов.

Все это делает общий прогноз газоносности районов, в которых будет проводиться разведка исключительно актуальным.

На территории Азербайджана основная масса поисково-разведочных работ сосредоточена в районах распространения грязевых вулканов. С учетом того, что для функционирования грязевых вулканов необходима нагретая до соответствующей температуры парогазовая смесь, такое положение вещей является естественным. Мехтиев Ш.Ф. и др. (10) исследуя механизм миграции нефти и газа в виде парогазовой смеси подчеркивали, что наличие парогазовой смеси определяется реально существующими в ЮКВ термодинамическими условиями, обеспечивающими возможность присутствия углеводородов в однофазном газовом состоянии; относительно высокой подвижностью парогазовой смеси; широким распространением парогазового состояния углеводородов в рассматриваемом регионе (газовые, газоконденсатные залежи, газовые выбросы грязевых вулканов) и особым характером этих смесей, когда снижение давления и температуры приводит к выпадению из них жидких углеводородов.

Уменьшение давления парогазовой смеси может происходить вследствие гидравлических сопротивлений на пути движения флюида, медленной диффузии через перекрываемые отложения, либо катастрофического опорожнения природного резервуара в результате деятельности грязевого вулкана.

На протяжении существования грязевого вулканизма каждым вулканом на территории содержащих их областей было выброшено в атмосферу колоссальное количество парогазовой смеси. Естественно, что при подсчете прогнозируемых запасов углеводородов на территории этих областей необходимо вычесть эту величину из общей массы газа, поступившей на глубину, на которой расположены газовые очаги грязевых вулканов. Также нужно принять во внимание и количество добытых человеком углеводородов и по возможности, мас-

су потерь, произошедших в результате просачивания газообразных углеводородов через толщу пород на поверхность Земли. Ввиду того, что газы питающие грязевые вулканы и газы поступающие в нефтегазовые месторождения имеют, по-видимому, один и тот же источник и, соответственно, обладают одним и тем же начальным химическим составом все дальнейшие изменения содержаний в них тех, или иных компонентов происходят в результате особенностей фильтрации этих газов через вышележащие породы и условий их сохранения в ловушках. Так, метан имея наименьшую молекулярную массу из всех компонентов начальной парогазовой смеси имеет наибольшую способность просачиваться через вышележащие породы. Все остальные компоненты парогазовой смеси составляют ничтожное количество примесей и до поступления в ловушки растворены в метане. Исходя из всего вышесказанного, нами составлена методика расчета прогнозируемых запасов метана и объема содержащих его пород с учетом термодинамических условий, при которых он находится.

#### **Методика расчета прогнозируемых запасов метана и объема содержащих его пород**

- вычисление объема и площади ловушки по данным глубинной сейсмоки;
- вычисление массы содержащейся в ловушке парогазовой смеси исходя из пористости и проницаемости ее пород, а также в соответствии с термодинамическими условиями, в которых находятся содержащиеся в ней флюиды;
- расчет массы и объема каждого искомого компонента в залежи с учетом компонентного состава парогазовой смеси;
- установление наилучших эксплуатационных характеристик и скорости восстановления в ловушке исходного количества парогазовой смеси в зависимости от скорости ее поступления в залежь и прочности на раздавливание составляющих ловушку пород;

Следует отметить, что на глубинах, на которых находится парогазовая смесь (в среднем 12,5 км (3)) существование углеводородов в жидкой фазе невозможно. Причиной этого является большое количество метана в составе парогазовой смеси и относительно высокая растворимость в нем тяжелых углеводородов. Вообще, из-за своей высокой миграционной способности компонентный состав парогазовой смеси, поступающей из одной и той же сети разломов на всей площади, которую они подпитывают, должен быть приблизительно одинаков. Поэтому, при эксплуатации углеводородных залежей, расположенных на глубинах, превышающих указанную выше отметку необходимо заранее учитывать это обстоятельство и создать условия для выделения тяжелых углеводородов из парогазовой смеси.

На основе описанной выше методики рассчитаем расход газа и количество питаемых им грязевых вулканов в районах развития грязевого вулканизма Азербайджана.

Ярким примером природного хранилища парогазовой смеси могут служить газовые очаги грязевых вулканов. Поэтому при расчете характеристик предполагаемого газового месторождения воспользуемся геометрическими параметрами газового очага вулкана Локбатан (3):

- площадь подпитки парогазовой смесью  $S_{\min}$  приблизительно равна

$3,26 \times 10^8 \text{ м}^2$ ;

- объем газового очага  $V_{\min} = 4.95 \times 10^8 \text{ м}^3$ ;

- скорость поступления парогазовой смеси в газовый очаг  $v_{\min} = 0.072 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ м}^2$  площади газового очага в год.

При этих условиях объем газа  $V_{\min 1}$  ежегодно накапливающийся в газовый очаг вулкана Локбатан выразится следующей формулой:

$$V_{\min 1} = v_{\min} \times S_{\min} \quad (1);$$

При подсчете прогнозных запасов газа какого-либо района также необходимо знать приблизительное время, когда газ начал поступать в ловушки, содержащиеся в этом районе и площадь района, в котором происходит газонакопление. Для определения искомого возраста воспользуемся данными о времени образования грязевого вулканизма

Наиболее древние структуры, включающие грязевулканические брекчии по возрасту относятся к верхнему отделу майкопской свиты (11). Это приблизительно составляет 23 млн. лет. С учетом того, что понадобилось некоторое время на накопление газа в газовых очагах будущих грязевых вулканов округлим эту цифру до 25 млн.лет.

Тогда, общий объем газа, накопленный газовым очагом вулкана Локбатан со времени его образования рассчитывается по следующей формуле:

$$V_{\min 2} = V_{\min 1} \times t \quad (2), \text{ где:}$$

$t$  – время действия грязевого вулкана.

Подставляя данные в формулы (1) и (2) получаем:

$$V_{\min 1} = 0.072 \text{ м}^3/\text{м}^2 \times 3.26 \times 10^8 \text{ м}^2 \approx 2.35 \times 10^7 \text{ м}^3$$

$$V_{\min 2} = 2.35 \times 10^7 \text{ м}^3 \times 2.5 \times 10^7 \text{ лет} \approx 5.87 \times 10^{14} \text{ м}^3.$$

Следует отметить, что весь этот газ был выброшен вулканом Локбатан на протяжении его деятельности. В этом отношении грязевые вулканы являются каналами разгрузки давления в недрах Земли. Не будь этих каналов при таком масштабе газонакопления в истории районов, на которых распложены большие скопления грязевых вулканов, наблюдались бы различные катастрофические события (землетрясения, периодический прорыв большой массы газов и др.).

Воспользуемся полученными данными для подсчета общей газонасыщенности Абшеронского нефтегазонасыщенного района. Так, как площадь этого района  $S_{\text{апш.}}$  по расчетам автора, основанным на карте месторождений нефти и газа Азербайджана (8) составляет примерно  $2.04 \times 10^{10} \text{ м}^2$ , то:

$$V_{\text{апш.}} = S_{\text{апш.}} \times t \times v_{\min}, \text{ где:}$$

$V_{\text{апш.}}$  – общий объем газа, поступивший на территорию Абшеронского нефтегазонасыщенного района;

$t$  – время существования грязевого вулканизма в Абшеронском районе. Это время по некоторым данным соответствует олигоцен-нижнемиоценовому времени и составляет приблизительно 23 млн. лет (11).

Тогда:

$$V_{\text{апш.}} \approx 2.04 \times 10^{10} \times 2.3 \times 10^7 \times 0.072 \approx 3,38 \times 10^{16} \text{ м}^3.$$

Теперь подсчитаем объемы основных компонентов этой смеси газов. Так, как объем водяного пара в парогазовой смеси  $V_{\text{воды апш.}}$  не может превышать 40 %, то:

$$V_{\text{воды абш.}} = 0.4 V_{\text{абш.}} = 0.4 \times 3,38 \times 10^{16} \approx 1,35 \times 10^{16} \text{ м}^3.$$

Тогда, объем метана  $V_{\text{мет. апш.}}$ , поступивший на территорию Абшеронского нефтегазоносного района составит:

$$V_{\text{мет. апш.}} = 0.6 V_{\text{апш.}} = 0.6 \times 3,38 \times 10^{16} \approx 2,03 \times 10^{16} \text{ м}^3.$$

Теперь вычислим объемы остальных газов, входящих в состав парогазовой смеси. Для этого воспользуемся результатами измерений химического состава газовых выбросов грязевых вулканов.

Химический состав газов грязевых вулканов, в основном, представлен предельными углеводородами, углекислым газом, азотом, сероводородом и инертными газами (6). Так, в частности, содержание метана меняется в пределах от 80-100% (6), в среднем составляя 93,04%, сумма тяжелых углеводородов 0,005-5,28%, (в среднем 0,48%) и углекислого газа 0,00-11,4%, (в среднем 2,51%). Сумма средних значений содержания отмеченных компонентов составляет 96,03%. Остаток, равный 3,97%, можно отнести за счет содержания в газах вулканов азота, гелия, аргона и др. компонентов (6).

Указанные соотношения компонентов были замерены уже после того, как газовая смесь, их содержащая поступила в результате извержения на поверхность Земли, т.е. практически вся вода, находившаяся в ней до извержения к моменту измерения уже выпала в виде жидкости на землю. Поэтому для получения истинного соотношения газов в парогазовой смеси необходимо пересчитать объемы ее компонентов с учетом находящейся в составе этой смеси воды.

Так, как для упрощения приведенных выше расчетов считалось, что вся неводная составляющая парогазовой смеси представлена метаном, скорректируем объемы ее компонентов на основе данных, приведенных в (6).

Таким образом:

$$V_{\text{мет. апш.}} = 0.9304 \times 2,03 \times 10^{16} \text{ м}^3 \approx 1,89 \times 10^{16} \text{ м}^3;$$

$$V_{\Sigma \text{ТУ. апш.}} = 0,0048 \times 2,03 \times 10^{16} \text{ м}^3 \approx 9,7 \times 10^{13} \text{ м}^3, \text{ где:}$$

$V_{\Sigma \text{ТУ. апш.}}$  – объем суммы тяжелых углеводородов, входящих в состав парогазовой смеси;

$$V_{\text{CO}_2 \text{ апш.}} = 0.0251 \times 2,03 \times 10^{16} \text{ м}^3 \approx 5.1 \times 10^{14} \text{ м}^3, \text{ где:}$$

$V_{\text{CO}_2 \text{ апш.}}$  – объем  $\text{CO}_2$ , входящего в состав парогазовой смеси;

$$V_{\text{пр. апш.}} = 0,0397 \times 2,03 \times 10^{16} \text{ м}^3 \approx 8.06 \times 10^{14} \text{ м}^3, \text{ где:}$$

$V_{\text{пр. апш.}}$  – объемы азота, гелия, аргона и др. компонентов, входящих в состав парогазовой смеси.

По отношению к объему исходной парогазовой смеси вычисленные объемы ее компонентов в процентном соотношении составят:

$$V_{\text{CH}_4 \text{ апш.}(\%)} = \frac{V_{\text{CH}_4 \text{ апш.}}}{V_{\text{апш.}} \times 10^{-2}} = \frac{1,89 \times 10^{16}}{3,38 \times 10^{16} \times 10^{-2}} \text{ м}^3 \approx 55,92 \%;$$

$$V_{\Sigma \text{ТУ апш.}(\%)} = \frac{V_{\Sigma \text{ТУ апш.}}}{V_{\text{апш.}} \times 10^{-2}} = \frac{9,7 \times 10^{13}}{3,38 \times 10^{16} \times 10^{-2}} \text{ м}^3 \approx 0,29 \%;$$

$$V_{\text{CO}_2 \text{ апш.}(\%)} = \frac{V_{\text{CO}_2 \text{ апш.}}}{V_{\text{апш.}} \times 10^{-2}} = \frac{5,1 \times 10^{14}}{3,38 \times 10^{16} \times 10^{-2}} \text{ м}^3 \approx 1,51 \%;$$

$$V_{\text{пр. апш.}(\%)} = \frac{V_{\text{пр. апш.}}}{V_{\text{апш.}} \times 10^{-2}} = \frac{8,06 \times 10^{14}}{3,38 \times 10^{16} \times 10^{-2}} \text{ м}^3 \approx 2,38 \%;$$

Как уже отмечалось выше, площадь Абшеронского нефтегазоносного района составляет  $2.04 \times 10^{10} \text{ м}^2$ , а скорость накопления парагазовой смеси –  $0.072 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ м}^2$  в год. Так, как за время существования грязевого вулканизма (23 млн. лет) в этом районе накопится  $4,69 \times 10^{17} \text{ м}^3$  парагазовой смеси, то приняв площадь накопления энергии грязевого вулкана Локбатан за среднюю для всех грязевых вулканов этого района подсчитаем количество вулканов N, которое может «прокормить» данная область.

$$N = \frac{S_{\text{амн.}}}{S_{\text{мин}}} = \frac{2.04 \times 10^{10} \text{ м}^2}{3,26 \times 10^8 \text{ м}^2} \approx 62.58 \approx 63 \text{ вулкана.}$$

По этой же методике выполняем расчеты для Бакинского архипелага, Шемаха-Кобыстанского и Нижнекуринского нефтегазоносных районов. Результаты этих вычислений сведены в таблицу 1.

Таблица 1

**Расход газа и количество питаемых им грязевых вулканов  
в районах развития грязевого вулканизма Азербайджана**

Нефтегазоносный район	Площадь, $\text{м}^2$	Объем прошедшей через площадь парагазовой смеси, $\text{м}^3$	Количество вулканов (округл.), которое способен «прокормить» район
Абшеронский	$2.04 \times 10^{10}$	$3,38 \times 10^{16}$	63
Бакинский архипелаг	$7.97 \times 10^9$	$1,32 \times 10^{16}$	24
Нижнекуринский	$7.78 \times 10^9$	$1,29 \times 10^{16}$	24
Шемаха-Гобустанский	$6.34 \times 10^9$	$1,05 \times 10^{16}$	19

Как видно из таблицы 1, парагазовая смесь, поступающая в указанные нефтегазоносные районы, способна обеспечить одновременное функционирование приблизительно 130 грязевых вулканов на территории этих районов, т.е. ежегодно здесь должно происходить около 13 грязевулканических извержений. Однако, по ряду причин количество ежегодных извержений меньше этой цифры. Среди этих причин такие, как:

- отсутствие данных по извержениям вулканов, находящихся в малонаселенных областях Азербайджана;
- проникновение парагазовой смеси через породы на дневную поверхность, с последующим выбросом в атмосферу;
- миграция парагазовой смеси в ловушки, находящиеся выше газовых очагов грязевых вулканов;
- и др.

Анализ этих причин позволит вплотную приблизиться к прогнозу нефтегазоносности и прояснению механизма нефтегазонакопления в этих районах.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Алиев Ад.А., Байрамов, А.А., Мамедова А.Н. Тектоника и перспективы нефтегазоносности грязевулканических областей Азербайджана в свете новых данных. Баку: НАН, Науки о Земле, №1, 2004, с. 32-43.
2. Алиева Э.Г. Прогноз глубинных зон образования и накопления углеводородов в центральной части Южно-Каспийского нефтегазоносного бассейна. Геология нефти и газа, 2003, №5, с. 20-31.
3. Бабаев А.Ш. Моделирование деятельности грязевых вулканов в связи с прогнозом

- нефтегазоносности. Баку: МВМ, 2007, 122 с.
4. Глумов И.Ф., Маловецкий Я.П., Новиков А.А., Сенин Б.В. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря. М.: Недра-Бизнес центр, 2004, 342 с.
  5. Гулиев И.С., Алиева Э.Г., Гусейнов Д.А. Глубинные очаги углеводородообразования в Южно-Каспийском нефтегазоносном бассейне. Баку: Тр. Института геологии НАН Азербайджана. №29, 2001, с. 79-99.
  6. Дадашев Ф.Г. Углеводородные газы грязевых вулканов Азербайджана. Баку: 1963, 68 с.
  7. Иванов В.В., Гулиев И.С. Массообмен, углеводородообразование и фазовые переходы в осадочных бассейнах. Баку: Нафта-Пресс, 2002, 108 с.
  8. Карта месторождений нефти и газа Азербайджанской ССР. Масштаб 1:500000. Под ред. Ш.Ф.Мехтиева и Ф.М.Багирзаде. Баку: ГУГК, 1985.
  9. Мамедова А.Н. Геолого-геохимические исследования грязевых вулканов Южного Гобустана в связи с нефтегазоносностью. Автореферат кандидатской диссертации. Баку: 2004, 25 с.
  10. Мехтиев Ш.Ф., Салаев С.Г., Бунияззаде З.А. Основные достижения ученых Института Геологии Академии Наук Азербайджанской ССР в области геологии нефти и газа / «Материалы юбилейной сессии, посвященной 50-летию Института Геологии Академии Наук Азербайджанской ССР». Баку: Элм, 1989, с. 9-15.
  11. Рахманов Р.Р. Грязевые вулканы и их значение в прогнозировании нефтегазоносности недр. М.: Недра, 1987, 176 с.
  12. Халилов Н.Ю. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности крупных структур Шахдениз и Абшерон, расположенных в Каспийском море. АНХ, №11-12, 2000, с. 7-14.
  13. Юсуфзаде Х.Б. Состояние и перспективы развития нефтегазодобычи в Азербайджане. АНХ, 2000, №11-12, с. 29-34.
  14. Aliyev Ad/A. Mud volcanism of the South-Caspian oil-gaz basin. South-Caspian Basin: Geology, geophysics, oil and gaz content. 32hd International Geological Congress/ Spesial issue Papers/. Florence, Italy. August 20-28, Baku: Nafta-Press, 2004, p. 186-212.

## **AZƏRBAYCANIN PALÇIQ VULKANLARININ YAYILMA RAYONLARININ QAZ POTENSİALI**

**Ə.Ş.BABAYEV**

### **XÜLASƏ**

Məqalədə Azərbaycanın palçıq vulkanlarının böyük hissəsinin cəmləşdiyi rayonlarında karbohidrogen ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi probleminin müxtəlif cəhətləri nəzərdən keçirilmişdir.

Tələlərə daxil olarkən buxar-qaz qarışığının komponentlərinin olduğu termodinamik şərait əsasında müəllif tərəfindən metanın proqnozlaşdırılan ehtiyatlarının və onu yerləşdirən süxurların, həmçinin hesablanma metodikası tərtib edilmişdir. Bu metodikanın əsasında Azərbaycanın palçıq vulkanizminin inkişaf etdiyi prayonlarda qazın sərfi və onların qidalandırdığı palçıq vulkanlarının miqdarı hesablanmışdır.

# **GAS POTENTIAL OF THE REGIONS WHERE MUD VOLCANOES OF AZERBAIJAN ARE SPREAD**

**A.Sh.BABAYEV**

## **SUMMARY**

The article studies various aspects of the problem of estimation for hydrocarbon reserves in the regions of Azerbaijan where the greater number of its mud volcanoes is massed.

On the basis of thermodynamic conditions which compose components of steam-gas mixtures at their invasion in traps, the author designs the procedure of prognostic reserves of methane and the volume of rocks on the basis of which gas discharge and quantity of mud volcanoes in the areas of progressing mud volcanism in Azerbaijan are estimated.