

**ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА**

© Ад.А.Алиев, Р.Р.Рахманов, 2008

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ГРЯЗЕВУЛКАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
В АЗЕРБАЙДЖАНЕ**Ад.А.Алиев<sup>1</sup>, Р.Р.Рахманов<sup>2</sup>*1 – Институт геологии НАН Азербайджана  
AZ1143, Баку, просп. Г. Джавида, 29А**2 – Институт научных исследований ГНКАР  
AZ1012, Баку, просп. Г. Зардаби, 88*

В статье впервые количественно охарактеризованы распределение морфологических видов грязевых вулканов по нефтегазоносным районам Азербайджана, их основные и вторичные эруптивные центры, активная стадия деятельности, явления, предшествующие и сопутствующие извержению, а также покровы и потоки брекчии. По составленным схемам плотностного расположения грязевых вулканов определен ареал максимальной концентрации углеводородных скоплений.

Грязевой вулканизм – одно из интересных природных явлений, несущее на себе «отзвуки» геофлюидодинамических и термобарических процессов, протекающих в недрах Земли и чутко реагирующих на периоды солнечной активности и сейсмические события планеты, завершающиеся извержением в результате нарушения внутриземного энергетического равновесия.

На территории Восточного Азербайджана и прилегающей акватории Каспия находится более 300 грязевых вулканов (ГВ), различающихся морфологией, площадью, занимаемой твердыми продуктами выноса; их объемом; протяженностью потоков излияний; возрастом, составом, количеством и размерами обломков пород, заключенных в глинистой массе; пароксизмальной и грифонно-сальзовой стадиями деятельности.

По новейшей сводке общее количество ГВ в Азербайджане доходит до 344 (211 наземных и 133 морских). При этом 20 вулканов, каждый из которых имеет от 2 до 10 самостоятельных эруптивных центров, образуют грязевулканическую группу. Согласно новой карте ГВ, ареал их размещения занимает площадь, имеющую форму неправильного шестиугольника (рис.1) и немного превышающую 58 тыс. км<sup>2</sup>. Регион распространения

ГВ охватывает нефтегазоносные районы (НГР) Азербайджана: Прикаспийско-Губинский, Абшеронский, Шамаха-Гобустанский, Нижнекуруинский, Бакинский архипелаг, а также зоны Лянкяран-Рештской поперечной и широтной складчатостей.

**Распределение морфологических  
видов грязевых вулканов**

Цепочка разобренных уваловидных хребтов, реже гребне- и платовидных возвышенностей, а также обособленные выступы рельефа, часто имеющие плоскоконическую форму – основные морфологические признаки ГВ на суше. Их внешние размеры различны и определяются рельефом поверхности, характером и частотой извержения, консистенцией выносимой брекчии, степенью осложнения структур разрывами и другими факторами.

В отличие от крупных ГВ корни небольших их разновидностей, в основном грязевулканических проявлений (ГВП), связаны с нефтегазоносными горизонтами структур верхнего этажа; в них не происходят пароксизмальные извержения, подтверждением чему служит факт отсутствия обломков пород в составе твердых выносов (Алиев, 2003; Рахманов, 1987). Наземные и морские ГВ по

морфогенетическому признаку подразделены на два типа: крупные (собственно ГВ) и мелкие (ГВП). 281 вулкан относится к первому, а 63 – ко второму. Относительная высота крупных наземных ГВ изменяется в широких пре-

делах; по этому показателю их можно подразделить на следующие виды: “а” (высотой 5-50 м), “б” (50-100 м), “в” (100-200 м) и “г” (свыше 200 м).

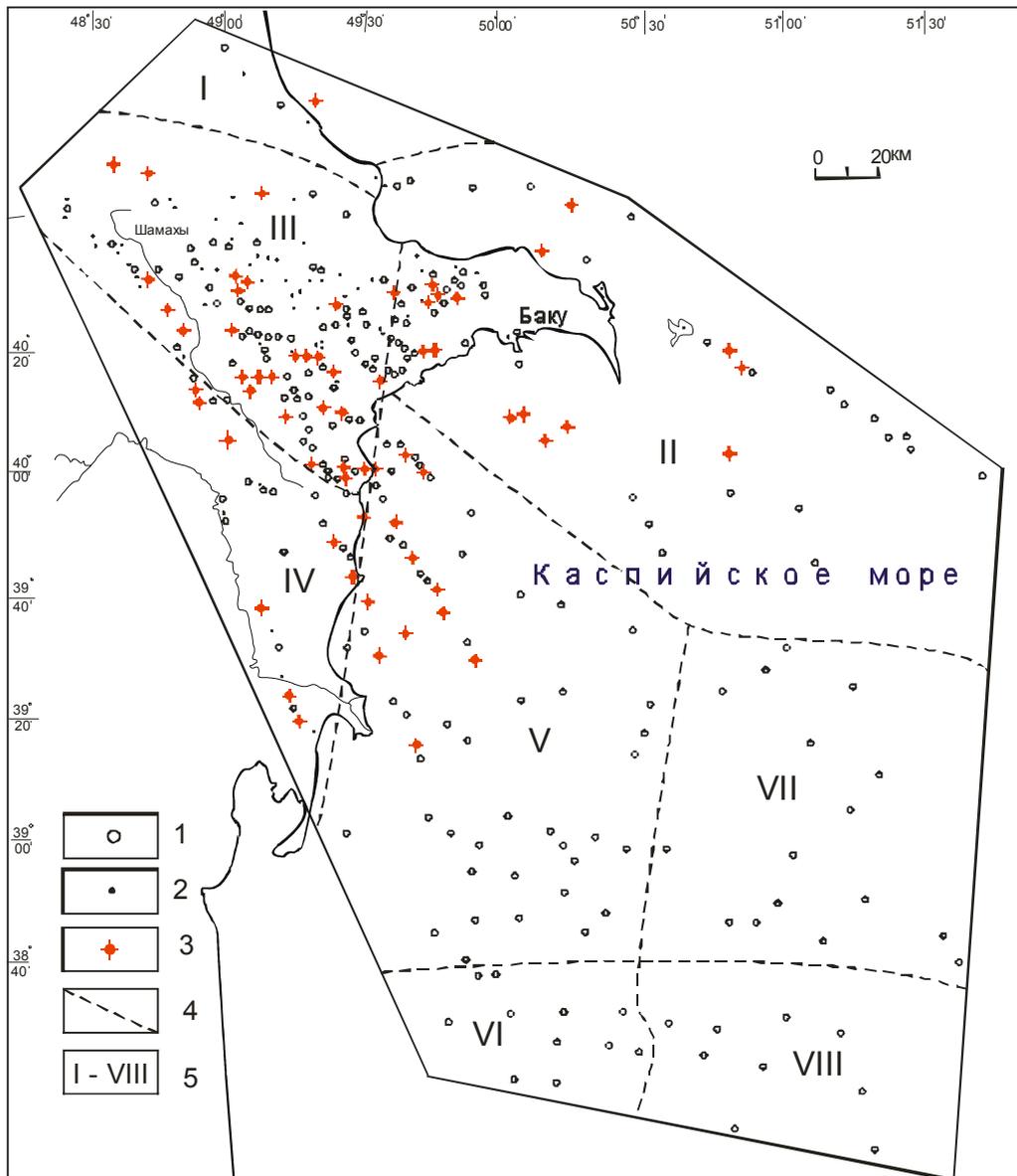


Рис. 1. Ареал распространения грязевых вулканов Азербайджана

1 – грязевые вулканы; 2 – грязевулканические проявления, 3 – извергавшиеся вулканы; 4 – границы нефтегазоносных районов и зон складчатостей; 5 – нефтегазоносные районы и зоны складчатости: I – Прикаспийско-Губинский; II – Абшеронский; III – Шамаха-Гобустанский; IV – Нижнекуринский; V – Бакинский архипелаг; VI – Лянжаран-Рештская; VII – Поперечная; VIII – Широтная.

Учитывая, что ГВ в морских условиях подвергаются интенсивным абразивным процессам, виду “а” здесь соответствуют банки, возвышающиеся над дном на 2-15 м. К виду “б” отнесены островные являющиеся конусами и останцами ГВ вулканы высотой 15-50 м, а к “в” и “г” – морские возвышенности высотой соответственно 50-100 м и свыше 100 м. Что касается ГВП, то их обнаружить в морской среде очень трудно. Вулканы этого типа достоверно известны только около мыса Амия акватории Прикаспийско-Приабшеронского района, на островах Яшма, Пираллахи и Чилол, а также в районе Нефт Дашлары. В крупный вид “г” включены и погребенные ГВ, установленные на суше и в пределах моря.

Несмотря на то, что такая градация носит условный характер, она все же дает определенную информацию о различии грязевулканического процесса, протекающего в районах расположения тех или иных типов ГВ, степени их активности и динамического состояния земных глубин. Кроме того, такая типизация позволяет судить о масштабе и частоте грязевулканического процесса, глубине проникновения каналов ГВ, а также насыщенности осадочной толщи углеводородами (УВ).

Относительная высота самого морфологически выраженного ГВ Прикаспийско-Губинского НГР Гайнарджа составляет 60 м. К типу “а” относится и вулкан Хыдырзинды.

В Абшеронском НГР крупные грязевые вулканы расположены в его ЮЗ части. Вулкан Отманбоздаг самый высочайший (404 м) в Азербайджане, а другие – Боздаг-Гобу, Сарынча, Локбатан и Боздаг-Гюздек – возвышаются над окружающей местностью на 105-225 м. В наиболее крупных ГВ центральной части Абшеронского полуострова (Абих, Кейреки) относительная высота составляет 95 и 116 м. На Абшеронском архипелаге крупные вулканы установлены в пределах складок Гюнешли и Чираг высотой над дном Каспия 100 и 106 м.

В Шамаха-Гобустанском НГР наиболее крупные ГВ сосредоточены в его ЮВ части – Южно-Гобустанской зоне. Здесь относительная высота вулканов (Дашмардан, Беюк Кяни-

задаг и Агнохур) доходит до 320-390 м. Наиболее крупный ГВ Шамахинской зоны Демирчи имеет относительную высоту 20 м, а Северного Гобустана Вейс – 70 м. В Центральном Гобустане высота крупных вулканов (Гарыджа, Пирекяшкюль, Шихзарли) изменяется в пределах 55-150 м.

Крупные ГВ Нижнекуруинского НГР (Инджабель, Гырлых, Беюк и Кичик Мишовдаг, Галмас, Агзыбир) находятся в СВ прибортовой части одноименного прогиба. Их относительная высота составляет 135-270 м.

В пределах западной части Южно-Каспийской впадины (ЮКВ) максимальная отметка (180 м) над морским дном отмечена на вулкане Буздаг в Бакинском архипелаге. Численное распределение морфологических видов ГВ по отдельным нефтегазоносным районам Азербайджана приводится в таблице 1.

Для изучения зонального распределения ГВ и определения ареалов аккумуляций УВ скоплений составлены карты их плотности расположения в двух вариантах: общая, отражающая размещение всех морфологических видов (рис. 2), и выборочная, включающая три вида ГВ – “б”, “в” и “г” (рис.3).

Карта расположения ГВ разбита на прямоугольники, стороны которых соответствуют географическим координатам, т.е. широтам и меридианам, проходящим через каждые 10'. Площадь каждого прямоугольника с длиной сторон меридионального и широтного направлений соответственно 18,4 и 14 км, составляет 257,6 км<sup>2</sup>. В соответствии с этим определено количество выделенных типов ГВ, попадающих на эти площади.

Как видно из рис. 2 и 3, наибольшая концентрация ГВ (один вулкан на 22-23 км<sup>2</sup>) отмечается на площади, ограниченной координатами 40°15' - 40°25' с.ш. и 49°05' - 49°15' в.д. и соответствует Алятской гряде Южного Гобустана. Менее плотно (один вулкан на 26-32 км<sup>2</sup>) они располагаются вокруг площади максимальной концентрации ГВ, охватывая районы Центрального и Южного Гобустана, а также Западного Абшерона. Плотно (один вулкан на 37-43 км<sup>2</sup>) расположены ГВ в Шамахинском районе, образуя обособленную зону.

Таблица 1

Районы (зоны) \ Типы	Грязевулканические проявления	Грязевые вулканы				Общее количество
		Виды				
		а	б	в	г	
Прикаспийско-Губинский	4	1	1	-	-	6
Шамаха-Гобустанский	40	42	21	14	15	132
В том числе:						
1. Шамахинская зона	11	9	-	1	-	21
2. Северо-Гобустанская зона	10	7	2	-	-	19
3. Центрально-Гобустанская зона	13	19	3	2	1	38
4. Южно-Гобустанская зона	6	7	16	11	14	54
Абшеронский	12	24	15	10	15	76
В том числе:						
1. Абшеронский полуостров	8	16	6	6	6	41
2. Абшеронский архипелаг	4	8	9	4	10	35
Нижекуруинский	7	11	3	5	7	33
Южно-Каспийский	-	10	36	22	29	97
В том числе:						
1. Бакинский архипелаг	-	9	23	10	19	61
2. Лянкяран-Рештская впадина	-	-	1	3	5	9
3. Зона поперечной складчатости	-	1	6	5	3	15
4. Зона широтной складчатости	-	-	6	4	2	12
Всего:	63	88	76	51	66	344

Крупные ГВ располагаются на трех обособленных площадях в пределах Южного Гобустана, Западного Абшерона и СВ части Нижекуруинского района. А наиболее крупные ГВ (виды “б”, “в” и “г”) размещены на двух обособленных площадях, заключенных в координаты: 39°56' - 40°20' с.ш., 49°00' - 49°25' в.д. и 40°25' - 49°30' с.ш., 49°35' - 49°46' в.д. Сопоставление карт плотностей расположения ГВ различных видов позволяет определить ареалы максимальной концентрации УВ ресурсов (рис. 3), окаймленные зонами, уступающими им по интенсивности аккумуляций УВ.

#### Покровы и потоки грязевулканической брекчии

Новейшие покровы и потоки брекчии являются основными морфологическими элементами ГВ. Максимальная длина покрова наземных и морских вулканов в зависимости от объема вынесенного вулканом материала и

рельефа ложа доходит до 7 км (Дашмардан) и 14 км (Ильхичи), а ширина – до 6 км (Дашмардан). В пределах суши самое крупное поле брекчии Инджабельского вулкана занимает площадь 37,7 км<sup>2</sup>, а на вулканах Дашмардан и Азяхтарма – соответственно 31,9 и 31,6 км<sup>2</sup>. На Абшеронском полуострове по этому показателю отличается Отманбоздаг (10,4 км<sup>2</sup>).

Суммарная площадь брекчии, покрывшей восточную наземную часть Азербайджана, превышает 5,7 км<sup>2</sup>. По районам она распределяется следующим образом: Шамахинский – 0,35 км<sup>2</sup> (образована в основном извержениями вулканов Дагкеланы, Гушчу, Гызмейдан, Меликчобаны), Северный Гобустан – 0,0073 км<sup>2</sup> (половина из них в пределах вулкана Вейс), Центральный Гобустан – 0,2 км<sup>2</sup> (46% приходится на долю Чапылмыш, Шихзарли, Чухуроглыбозы), Южный Гобустан – около 3,5 км<sup>2</sup> (из них на Алятской гряде 1,6 км<sup>2</sup>), Абшеронский – 0,4 км<sup>2</sup>, Нижекуруинский – 1,2 км<sup>2</sup>.

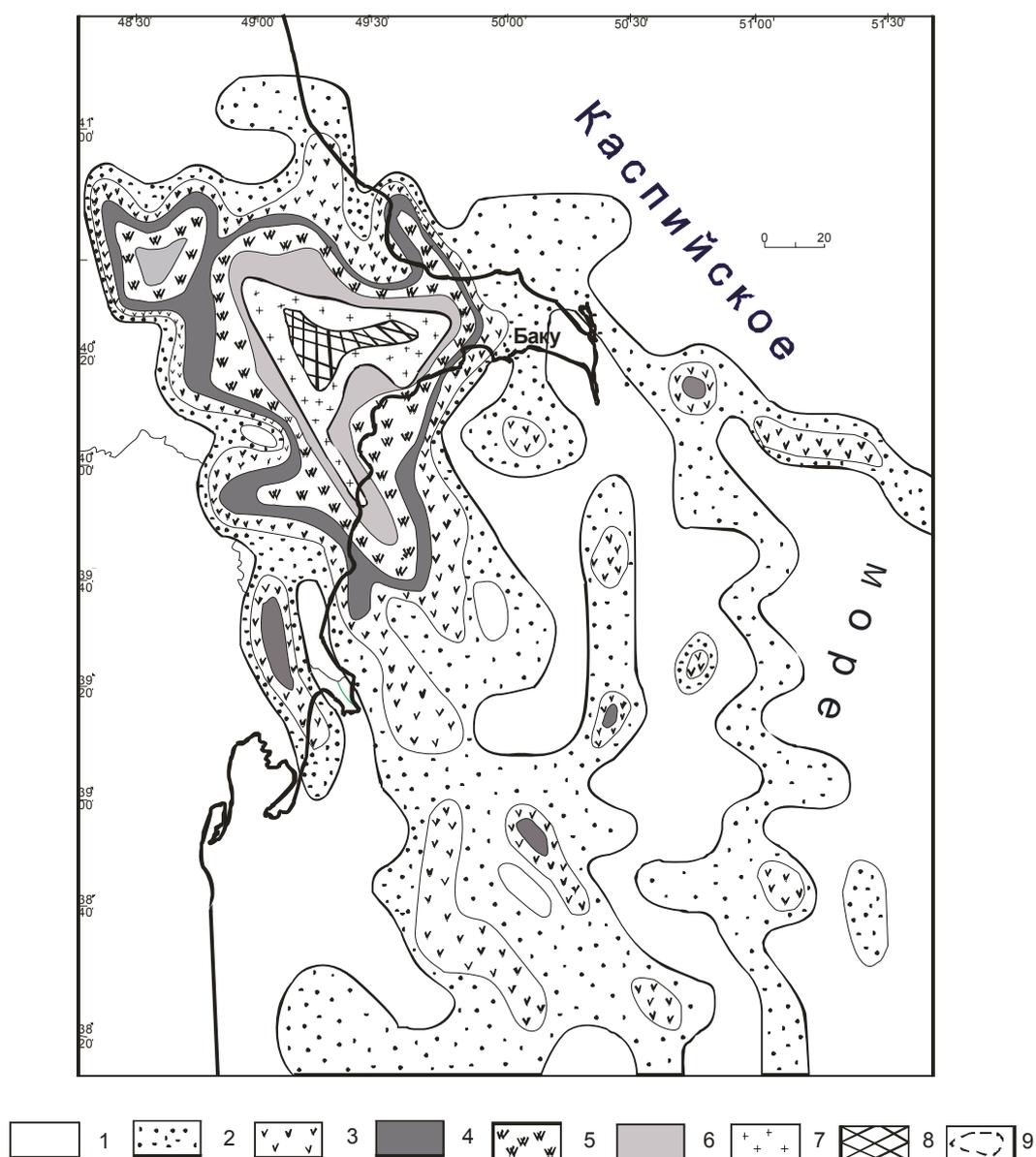


Рис. 2. Карта плотности расположения морфологических типов грязевых вулканов Азербайджана

Условные знаки к рис. 2 и 3

1 – площади, где отсутствуют грязевые вулканы; 2-8 – количество грязевых вулканов на каждые 257,6 км<sup>2</sup>: 2 – 1 вулкан, 3 – 2 вулкана, 4 – 3 вулкана, 5 – 4-5 вулканов, 6 – 6-7 вулканов, 7 – 8-9 вулканов, 8 – 10-12 вулканов; 9\* – ареал максимальной концентрации углеводородных скоплений.

\* - относится к рис. 3

Большие мощности брекчии (500-600 м) вскрыты в пределах вулканов Дагкеланы, Ильичы, Шекиханской группы и Ахтарма-Пашалы.

В зависимости от характера ложа, уклона местности и состава брекчии каждый поток брекчии имеет свою форму рельефа. Максимальная длина (6 км) потока установлена на

Инджабеле. На Отманбоздаге она составляет 2,9 км, Давалидаге – 2,8 км, Кичик Мишовдаге – 2,5 км, Галмасе – 2 км. Наибольшая ширина потоков: на Отманбоздаге – 1500 м, Галмасе – 800 м, Торагае – 700 м и Давалидаге – 650 м. Потоки вулканов Кейреки, Отманбоздаг, Сарынча, Готурдаг и Айрантекен выходят за контур распространения брекчии.

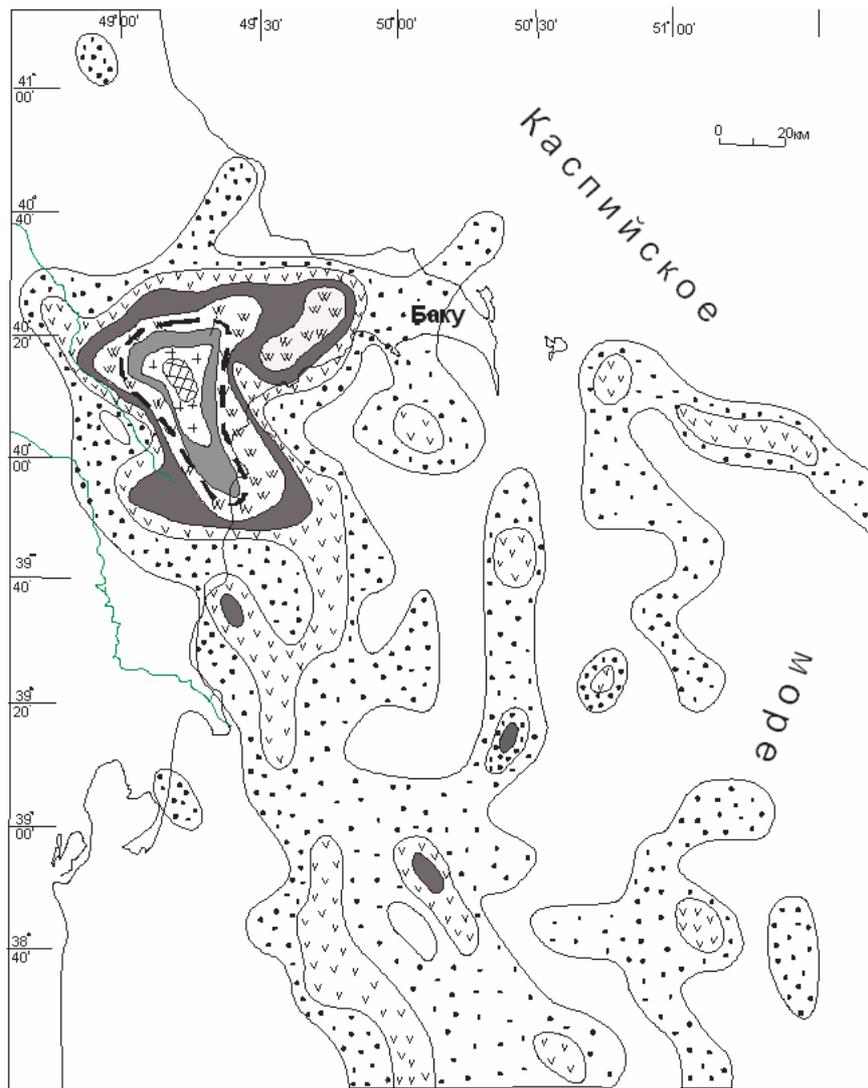


Рис. 3. Карта плотности расположения наиболее крупных грязевых вулканов Азербайджана

Подсчитанные объемы брекчии в 48 наиболее крупных вулканах суши (Инджабель, Дагкеланы, Ахтарма-Пашалы, Дашмардан, Аязхатарма, Отманбоздаг и др.) и островах (Гарасу, Зенбил), изменяется в пределах  $0,02-11,3 \text{ км}^3$  (Инджабель). Суммарный объем брекчии указанных вулканов составляет свыше  $50 \text{ км}^3$  или при объемном весе  $1,6 \text{ т/м}^3 - 80 \cdot 10^9 \text{ т}$ .

#### Основные и вторичные эруптивные центры

Другой морфологический элемент ГВ кратер представляет собой участок оседания, имеющий плосковыпуклую – щитообразную (Боздаг-Гобу, остров Хара-Зирия и др.) или

глубокозапавшую – кальдеровидную (Готурдаг, Гаракюра, Давалидаг и др.) формы.

Контуры кратерного поля в зависимости от характера вынесенного вулканом твердого продукта весьма разнообразны. Большей частью они округлые или овальные диаметром от 10 (Гасымкенд) до 750 м (Галмас). Крупный кратер размером  $3 \times 1,6 \text{ км}$  венчает вершину Аязхатармы. Кратер Галендарахтармы имеет длину 1,5 км при ширине 0,8 км. Довольно внушительных размеров кратеры на ГВ: Инджабель ( $4 \times 0,4 \text{ км}$ ), Ахтарма-Пашалы ( $2,6 \times 1,9 \text{ км}$ ) и Кичик Мишовдаг ( $1 \times 0,5 \text{ км}$ ). Крупные кратеры установлены на банке Бахар-дениз ( $1,6 \times 1,4 \text{ км}$ ) и острове Хара-Зирия ( $1,9 \times 0,95 \text{ км}$ ).

Площади кратерного поля колеблются от нескольких гектар до 10 км<sup>2</sup> (Ахтарма-Пашалы) и окаймляются одним (Торагай, Кейреки, остров Хара-Зиря и др.) или несколькими (Хамамдаг, Аяхахтарма, Готурдаг и др.) концентрическими валами. Последние возвышаются над центральной частью кратера наземных вулканов на 15-17 м (Боздаг-Гюздек, Боздаг-Гобу, Торагай, Гаракюра, Айрантекен) и 30-40 м (Диленгез, Гырлых-Харамы), островных – на 30 м (Чигил, Гарасу) и подводных – на 9 м (банка Бахар-дениз) и 17 м (банка Умид). На вулканах Локбатан, Боздаг-Гобу, Айрантекен и др. прослеживаются и древние кратеры, расположенные недалеко (до 300 м – Локбатан) от современных центров эрупций.

Общее число вторичных эруптивных центров (ВЭЦ), представленных сопками, сальзами и грифонами, расположенных в кратерном поле, на склонах наземных ГВ или обособленно, – более 10 тысяч. Большинство из них – действующие. Максимальное количество ВЭЦ на ГВ наблюдалось в Шамаха-Гобустанском (свыше 5700) и Нижнекуруинском (свыше 3500) НГР. В Центральном Гобустане наибольшее количество (свыше 700) ВЭЦ было зафиксировано на ГВ Борансыз-Джулга. На вулкане Дуровдаг их количество около 1500, а на ГВП Хыдырлы насчитывается до 1000. На более активных грязевулканических островах Южного Каспия – Хара-Зиря, Санги-Муган и Гарасу число ВЭЦ варьирует в пределах 100-210.

Интенсивное выделение УВ газа из ВЭЦ наблюдается на ГВ Южного Гобустана. На Дашгиле оно составляет 2000-3000 м<sup>3</sup> в сутки. Суточный объем газа из сальз ГВ Набур доходит до 836 м<sup>3</sup>, а на Дуровдаге – до 360 м<sup>3</sup>/сут.

Интенсивность газовой выделенности из отдельных выходов непостоянна, она меняется даже за сравнительно небольшой отрезок времени. Общее количество газа, выделяющегося в течение года при спокойной деятельности из всех ГВ Восточного Азербайджана, оценивается от 2 x 10<sup>7</sup> до 2 x 10<sup>10</sup> м<sup>3</sup> и более в год (Дадашев, 1963; Джафаров, 1985; Осика, 1981), а из прибрежных вулканов – приблизительно 0,3-0,6 x 10<sup>6</sup> (Etiopre et al., 2004). Согласно общей оценке всех ВЭЦ, в сутки выносятся 40000 м<sup>3</sup>, а в год – 14,6 млн. м<sup>3</sup> газа.

Учитывая предел изменения дебитов воды (0,01-12 м<sup>3</sup>/сут) и количество действующих ГВ (187), при среднем объеме воды в 6 м<sup>3</sup>/сут можно допустить, что из всех ГВ в день выносятся более 1000 м<sup>3</sup> воды. В 15 ГВ (Мараза, Инджабель, Бабазанан, Девебойну, остров Хара-Зиря и др.) установлено выделение Н<sub>2</sub>S. Почти на всех ГВ в грифонно-сальзовую стадию деятельности наблюдается выделение УВ в виде пленок нефти, а 21% ГВ, преимущественно ГВП, особенно в Шамаха-Гобустанском регионе, обильно выделяют нефть, образуя местами в пределах кратерного поля кировые покровы (Шорбулаг, Гырдаг и др.), иногда нефтяные озера (Гырлых и др.) (Алиев, 2003).

#### **Активная стадия деятельности грязевых вулканов**

В деятельности современных ГВ выделяется две стадии: активная – пароксизмальная и пассивная – грифонно-сальзовая. Первая стадия характеризуется мощным выбросом газов и излиянием на поверхность большого количества грязевулканической брекчии. На второй стадии после извержения происходит спокойное и продолжительное выделение газов, грязи и воды с пленкой нефти или же самой нефти из ВЭЦ.

Из установленных в Азербайджане ГВ 92 относятся к разряду периодически извергающихся. Наибольшее число (27) их расположено в Южном Гобустане. В Шамахинском районе таковых – 7, Северном Гобустане и Прикаспийско-Губинском – 1, Центральном Гобустане – 9, на Абшеронском полуострове – 13, Абшеронском архипелаге – 9, Бакинском архипелаге – 12, в Нижнекуруинском районе – 13. 25 вулканов являются потухшими и погребенными, прекратившими свою деятельность в плиоцен-четвертичное время.

Вскрытие скважинами брекчий в пластовом залегании свидетельствует о том, что в ранне- и среднемиоценовое время также наблюдались бурные извержения вулканов (Якубов, Алиев, 1987; Рахманов, 1999). Многолетние наблюдения за деятельностью ГВ позволили в зависимости от количественных соотношений извергаемых газообразных и

твердых продуктов, а также образующихся трещин, выделить четыре типа грязевулканических извержений:

1 тип. Сопровождается взрывами разной силы, выделением мощного потока газовой струи с воспламенением или без него и выбросом большого объема вулканической брекчии и образованием различных трещин;

2 тип. Завершается взрывом газа и образованием крупных трещин без излияния грязи;

3 тип. Происходит относительно небольшое излияние грязевулканической брекчии без интенсивных газовых проявлений;

4 тип. Наблюдается выпирание брекчии при незначительном выделении газа.

ГВ первых двух типов характеризуются пароксизмальными извержениями, а в остальных происходит только активизация грифонно-сальзовой стадии деятельности или же нарастание внутреннего напряжения в выводном канале вулкана. Выделенные типы извержений можно сгруппировать под названиями «эксплозивно-эффузивные» (I тип), «эксплозивные» (II тип), «эффузивные» (III тип) и «экструзивные» (IV тип).

Хронология и основные характеристики извержений ГВ (Алиев и др., 2002) позволили количественно определить много интересных моментов активной стадии деятельности.

В Азербайджане с 1810 г. по настоящее время зафиксировано 387 извержений всех типов. При этом 26 вулканов извергались по одному разу, 17 – по 2, 12 – по 3, 6 – по 4, 29 – по 5 и более раз.

Анализ распределения зафиксированных извержений ГВ показал, что на каждый год приходится 2-3 извержения. Рекордным (16 извержений) оказался 2001 г. В 1986 г. было 12 извержений, в 1989 г. – 11, в 1970 г. – 10, в 2004 г. – 9, в 1926 и 1969 гг. – 8, в 1953, 1987, 1988 гг. – 7, в 1902, 1923, 1933, 1947, 1951, 1957, 1960, 1962, 1967, 1977, 1984, 1993 гг. – 5. Максимальные перерывы между извержениями (6-9-11 лет) отмечаются в XIX в., что связано с неполнотой сведений, дошедших до нас. Выводы о периодичности извержений должны базироваться на фактических данных после 1900 г.

Систематизация извержений по годам, начиная с начала прошлого века, дает основание предположить, что приблизительно каж-

дые 2-5 лет в Азербайджане наблюдается усиление деятельности вулканов. Активными интервалами периодичности извержений ГВ являлись 1902-1904, 1912-1915, 1921-1929, 1932-1941, 1947-1954, 1957-1977, 1980-1993 и 2000-2007 гг. (рис. 4).

Из зафиксированных по сезонам года извержений 76 произошло весной, 79 – летом, 67 – осенью и 50 – зимой, а в течение суток: 55 – вечером, 34 – днем, 32 – утром и 26 – ночью. Наибольшая активность ГВ наблюдалась в Шамаха-Гобустанском НГР (на 44-х 187 извержений). 20 извержений отмечено на Шихзарли, 12 – на ГВ Гушчу, 10 – на Торагае и Азяхтарма. Здесь активизация вулканов происходит в интервалах 1901-1902, 1908-1913, 1924-1929, 1946-1954, 1957-1960, 1962-1977, 1984-1989, 2000-2001 и 2004-2007 гг.

В Абшеронском НГР на 22 вулканах (общее количество 76) произошло 113 извержений. Наиболее активным является вулкан Локбатан, где почти за два века произошло 22 извержения. На ГВ Кейреки наблюдалось 17 извержений. ГВ Абшеронского полуострова и морской акватории (банка Бахар-дениз, банка Бузовна пильпиляси и др.) активно проявили себя в 1902-1906, 1912-1918, 1921-1926, 1933-1941, 1949-1954, 1957-1960, 1963-1969, 1972-1980, 1984-1993 и 1998-2005 гг.

В Бакинском архипелаге на 12 вулканах (общее их число 61) зафиксировано 57 извержений. Наиболее активны островные вулканы Хара-Зиря (13) и Гил (10). На Чигил-денизе было 8, а на Гарасу и острове Санги-Муган – 5 извержений. Интервал активности ГВ здесь охватывает 1913-1915, 1923-1928, 1939-1950, 1959-1962, 1993-1997 и 2001-2006 гг.

Наименьшее количество извержений наблюдалось в Нижнекуруинском НГР. Здесь из 33 ГВ в прошлом веке 13 ГВ пробуждались всего 26 раз. Наиболее активны Ахтарма-Пашалы и Хамамдаг (соответственно 6 и 5 извержений). Активизация ГВ наблюдалась в 1947-1948, 1962-1969 и 1982-1990 гг. Активность ГВ местами совпадает с периодами интенсивного погружения дна Южного Каспия и явно следует за оживлением сейсмической деятельности (Алиев и др., 2001; Алиев, 2003).

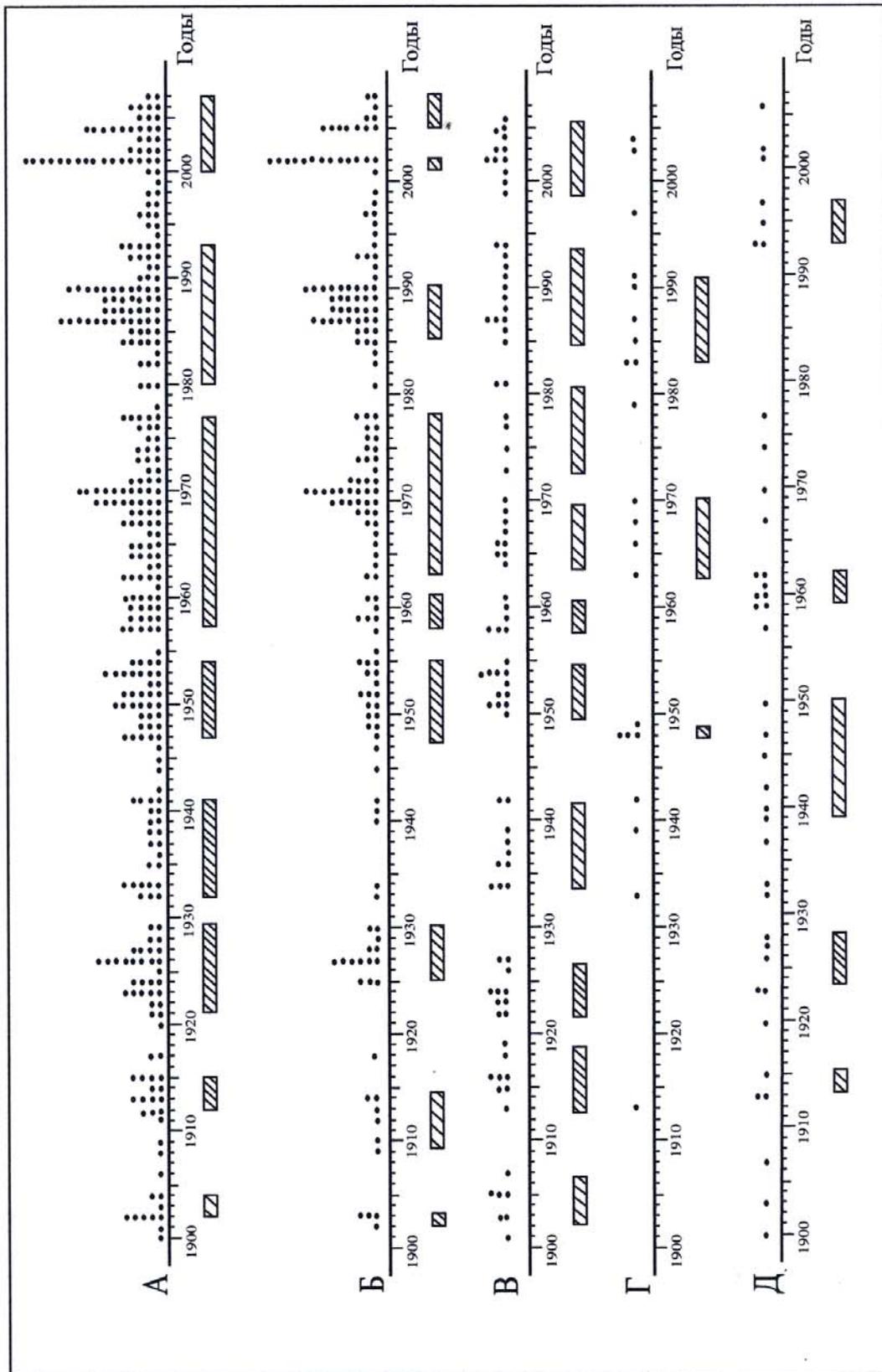


Рис. 4. Графики активизации извержений грязевых вулканов Азербайджана во времени

А - в целом по Азербайджану, Б - Шамаха-Гобустанскому, В - Абшеронскому, Г - Нижнекуруинскому районам, Д - Бакинскому архипелагу.  
 Интервалы активизации извержений грязевых вулканов заштрихованы.

Продолжительность извержения обычно бывает в пределах 15-60 мин. До 10 мин. продолжалась активизация в 6, до 15 – на 9, до 20 – на 8, до 30 – на 16, до 1 ч. – на 19, до 1,5 ч. – на 8, до 2 ч. – на 9, до 3 ч. – на 9, до 5 ч. – на 3, до 10 ч. – на 5 и до 20 ч. – на 2 вулканах. На острове Хара-Зирия извержение в 1997 г. происходило с перерывами 2 дня, на Бахаре (1885 г.), Дашгиле (1886 г.) и острове Гарасу (1977 г.) – 3 дня.

а) Явления, предшествующие извержению.

Извержение, как правило, сопровождается взрывом, звуковыми эффектами и толчками. Извержения начинались подземным гулом в 70 (Чеильдаг, Торагай, Айрантекен, Кейреки, остров Хара-Зирия и др.), с взрывом – в 54 (Меликчобаны, Бахар, Ахтармаарды, Локбатан, остров Зенбил и др.), сотрясением и толчком – в 23 случаях (Шихзарли, Аязхтарма, Ахтарма-Пашалы, остров Санги-Муган, банка Чигил-дениз и др.). Грохот был зафиксирован только в 14 случаях (Дагкеланы, Чеильдаг-вост., Агнохур, Дашгил, Сарынча, Отманбоздаг и др.). Подъем или опускание кратерного поля, а также крупных блоков пород наблюдалось при 32 (Чапылмыш, Бююк Кянизадаг, Боздаг-Гобу, Агзыбир, остров Гарасу и др.), а выпирание брекчии происходило в 33 извержениях (Готурдаг, Чеильдаг-вост., Боздаг-Гюздек, банка Бузовна пильпиляси, банка Янан-Тава и др.).

б) Явления, сопутствующие извержению.

Большинство извержений сопровождается выбросами большого количества газов, и оценить достоверно их объем не представляется возможным. С целью определения расхода газа при извержении были предложены различные способы подсчета: по количеству сгоревшего газа, по объему газа, накапливающегося в недрах ГВ за время между извержениями и т.д. Поэтому количество газа, выбрасываемого в атмосферу за одно извержение, исследователи оценивают по-разному: 27,5-165,0 (Ковалевский, 1940), (0,5-1) - (20-40) · 10<sup>3</sup> (Кудрявцев, 1963), 20-500 (Дадашев, 1963), 3-4 (Калинко, 1968), 30 (Якубов, Алиев, 1987) и 6 млн. м<sup>3</sup> (Алиев, 2006).

На наш взгляд, более правдоподобную цифру можно получить, если расчленить по интенсивности извержения ГВ на три категории: сильные, умеренные и слабые. Основными показателями категорий являются объемы газа и брекчии, длина языка излияний, протяженность трещин (табл.2).

Эксплозивно-эффузивные и эксплозивные типы извержения отнесены к сильным или умеренным, эффузивные – к умеренным или слабым, а экструзивные – к слабым извержениям. Выделенные типы и категории могут наблюдаться в пределах одного и того же вулкана в разное время. Учитывая вышеуказанные показатели, все зафиксированные и охарактеризованные извержения ГВ Азербайджана согласно этим категориям распределены следующим образом (табл.3).

Таблица 2

Категория извержения	Высота пламени, м	Объем газа, млн. м <sup>3</sup>	Площадь покрова, тыс. м <sup>2</sup>	Длина языка излияния, м	Объем брекчии, тыс. м <sup>3</sup>	Протяженность трещин, м
Сильное	> 100	30-200 (ср. 100)	> 20	> 100	100-200 (ср. 150)	> 500
Умеренное	50-100 (ср. 75)	5-30 (ср. 20)	0,5-20 (ср. 10)	50-100 (ср. 75)	50-100 (ср. 75)	100-500 (ср. 300)
Слабое	<50	< 5 (ср. 2)	< 0,5	< 50	<50 (ср.20)	<100

Таблица 3

Типы извержений	Количество извержений		
	Сильное	Умеренное	Слабое
Эксплозивно-эффузивный	45	21	-
Эксплозивный	3	1	-
Эффузивный	-	13	29
Всего	48	35	29

Суммарный объем газа, выделившегося во время 112 извержений, – приблизительно 5 млрд. м<sup>3</sup>, а за одно – 50-60 млн. м<sup>3</sup>.

Воспламенение газа с образованием столба пламени наблюдалось в 128 случаях (73 – в Шамаха-Гобустанском, 27 – в Абшеронском, 4 – в Нижнекуруинском районах, 26 – на Бакинском архипелаге). Пламя высотой до 50 м сопровождало 12, до 100 м – 16, до 200 м – 19, 300 м – 12, до 500 м – 10 извержений. Высота огненного столба свыше 500 м отмечена во время пробуждения вулканов острова Гил в 1895 г., Отманбоздаг (1922 г.), острова Гарасу (1923, 1977 гг.), острова Хара-Зирия (1940 г.), Торагай (1947 г.), Дашмардан (1954), Айрантекен (1977 г.). Подземное горение наблюдалось только во время извержений вулканов Локбатан в 1923 и 1954 гг. и о. Гарасу в 1977 г.

«Лапилли» – продукты обжига брекчии в пламени горящего газа – наблюдались во время извержений на Бакинском архипелаге (7 случаев) и Абшеронском полуострове (5 случаев). В Шамаха-Гобустанском районе они отмечались на Агдаге, а в Нижнекуруинском районе – на Ахтармаарды.

Фазы усиления пароксизмов извержения отмечены всего на 11 вулканах: на Локбатане в 1987 г. – 6, Беюк Кянизадаге (1950 г.) – 4, на Аязхатарме (1973 г.), банке Бузовна пильпиляси (1953 г.), Локбатане (1926 г.) и Отманбоздаге (1904 г.) – 2-3 раза.

Извержения с выбросами грязи с обломками пород на высоту свыше 100 м зафиксированы в 5 случаях: на острове Гарасу в 1923 г., Гарабуджаг в 1963 г., Дагкеланы в 1969 г. и Боздаг-Гюздек в 1995 г.

Появление на месте подводных вулканов временно существующих островов наблюдалось 23 раза во время сильных извержений ГВ преимущественно на банках Чигилдениз, Бузовна пильпиляси, Янан-Тава и Ба-

хар-дениз, а столб и бурление воды без образования острова – в 14 случаях.

Образование трещин радиального и линейного направлений, а также концентрических длиной до 50 м констатировано в 9, до 500 м – в 12, до 1000 м – в 14, до 2000 м – в 8 и свыше 2000 м – в 3 извержениях. 4-х километровая трещина образовалась при извержении Дагкеланы в 1969 г.

Твердые выбросы вулкана образуют покровы брекчии, различающиеся по площади, толщине и объему. Наибольшая площадь (2,5 млн. м<sup>2</sup>) покрова образовалась на Отманбоздаге в 1854 г. На Дашмардане в 1954 г. образовался покров площадью 1 млн. м<sup>2</sup>, на Бяндоване – 0,5 млн. м<sup>2</sup> (1989 г.). Наибольшая толщина покрова при извержении Локбатана в 1972 г. и на острове Зенбил (1995 г.) доходила до 10 м, а на острове Санги-Муган (извержения 1932 г.) – до 8 м.

Внушительные объемы брекчии были отмечены после извержения банки Чигилдениз в 1950 г. (2,1 млн. м<sup>3</sup>) и в 1861 г. (1 млн. м<sup>3</sup>). Брекчии, объемом равные 0,5-0,7 млн. м<sup>3</sup>, образовались на Дагкеланы (1969 г.), Бахаре (1967 г.) и Айрантекене (1964 г.).

Продолжительность извержения и длина языка излияния по 19 извержениям ГВ (Локбатан, Торагай, Дашмардан, Боздаг-Гобу, остров Зенбил, банка Чигилдениз и др.) позволили определить минимальную (1,3 м/мин), среднюю (13 м/мин) и максимальную (60 м/мин) скорости потоков.

## ВЫВОДЫ

1. Количественная оценка грязевулканической деятельности в Азербайджане может быть использована для сопоставления масштаба грязевулканизма и в других нефтегазоносных провинциях мира.

2. Числовая характеристика ГВ применительна в качестве исходных данных при рассмотрении различных аспектов проблемы ГВ и геодинамического состояния недр.

3. Участки наиболее плотно расположенных ГВ соответствуют ареалам максимальной концентрации УВ скоплений.

4. Объемы продуктов деятельности ГВ позволяют определить масштаб ее воздействия на окружающую среду и оценить степень риска.

5. Приведенные фактические данные по морфометрии и пароксизмальной стадии деятельности ГВ представляют интерес для определения зон безопасности при проектировании инженерно-коммуникационных сооружений на площадях их развития.

#### ЛИТЕРАТУРА

- АЛИЕВ, Ад.А., ГАСАНОВ, А.Г., БАЙРАМОВ, А.А., БЕЛОВ, И.С. 2001. Землетрясения и активизация грязевулканической деятельности (причинная связь и взаимодействие). *Труды Ин-та геологии НАН Азерб.*, 29, 26-38.
- АЛИЕВ, Ад.А., ГУЛИЕВ, И.С., БЕЛОВ, И.С. 2002. Каталог зафиксированных извержений грязевых вулканов Азербайджана (1810-2001 гг.). *Nafta-Press*. Баку. 94.
- АЛИЕВ, Ад.А. 2003. Грязевой вулканизм Южно-Каспийского нефтегазоносного бассейна. *Труды Ин-та геологии НАН Азерб.*, 31, 21-47.
- АЛИЕВ, А.И. 2006. Грязевые вулканы – очаги периодической газогидродинамической разгрузки быстропогружающихся осадочных бассейнов и важные критерии прогноза газоносности больших глубин. *Геология нефти и газа*, 5, 26-32.
- ДАДАШЕВ, Ф.Г. 1963. Угледородные газы грязевых вулканов Азербайджана. *Азернешр*. Баку. 66.
- ДЖАФАРОВ, С.А. 1985. Инертные компоненты (гелий, азот, изотопы аргона) газов грязевых вулканов Азербайджана в связи с перспективами газоносности глубоководных отложений. Автореф. дис. ...к-та геол.-минер. наук. Баку. 20.
- КАЛИНКО, М.К. 1968. Неорганическое происхождение нефти в свете современных данных (критический анализ). *Недра*. Москва. 183-210.
- КОВАЛЕВСКИЙ, С.А. 1940. Грязевые вулканы Южного Прикаспия (Азербайджан и Туркмения). *Азгостоптехиздат*. Баку. 200.
- КУДРЯВЦЕВ, Н.А. 1963. Глубинные разломы и нефтяные месторождения. *Труды ВНИГРИ*, 215, 220.
- ОСИКА, Д.Г. 1981. Флюидный режим сейсмически активных областей. *Наука*. Москва. 67-70.
- РАХМАНОВ, Р.Р. 1987. Грязевые вулканы и их значение в прогнозировании газонефтеносности недр. *Недра*. Москва. 174.
- РАХМАНОВ, Р.Р. 1999. Палео-, новейший и современный грязевой вулканизм Азербайджана. *Азерб. нефт. хоз-во*, 2, 1-6.
- ЯКУБОВ, А.А., АЛИЕВ, Ад.А. 1987. Грязевые вулканы. *Знание*. Москва. 56
- ЕТИОРЕ, G., FEYZULLAYEV, A., BACIU, S.L., MILKOV, A.V. 2004. Methane emission from mud volcanoes in eastern Azerbaijan. *Geology*, 32, 6, 465-468.

*Рецензент: д.г.-м.н. А.Н.Гаджиев*