

© Ад.А.Алиев, И.С.Гулиев, Г.Д.Етирмишли, Н.П.Юсубов, 2013

## ИЗВЕРЖЕНИЕ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА ЛОКБАТАН 20 СЕНТЯБРЯ 2012 г.: НОВЫЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА ВОСПОЛНЯЕМОСТИ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ

Ад.А.Алиев<sup>1</sup>, И.С.Гулиев<sup>1</sup>, Г.Д.Етирмишли<sup>2</sup>, Н.П.Юсубов<sup>1</sup>

1 – *Институт геологии НАН Азербайджана*  
AZ 1143, Баку, просп. Г. Джавида, 29А

2 – *Республиканский центр сейсмологии*  
AZ1001, Баку, ул. Нигяр Рафибейли, 9

Статья посвящена очередному 24 извержению самого активного грязевого вулкана мира – Локбатан, расположенного на Абшеронском полуострове. Зафиксированы три фазы извержения продолжительностью 23 минуты. Рассмотрены геологическая позиция вулкана, сейсмологические данные, определившие глубину очага и энергию извержения, дан исторический обзор извержений начиная с 1829 г., приведены результаты анализа проб выбросов вулкана, особенно нефтеносных песчаников и глинистых сланцев эоцен-миоценового возраста, а также мнение авторов о восполняемости запасов УВ в «очагах возбуждения» на разрабатываемых месторождениях Южно-Каспийской впадины.

### Введение

Территория Азербайджана и прилегающая акватория Южного Каспия являются уникальным и классическим регионом развития грязевого вулканизма на нашей планете как по количеству вулканов, их морфологической выраженности, так и по грязевулканической деятельности. Более 350 грязевых вулканов расположено в пределах нефтегазоносных районов страны. Большинство из них характеризуется интенсивной деятельностью, выносит на земную поверхность УВ газы, минерализованные воды, илистую грязь, некоторые – обильно нефть.

Ежегодно в Азербайджане происходит от 2 до 5, а в отдельные годы и более 10 пароксизмов извержений грязевых вулканов. Так, за последние два столетия на 93 вулканах было зафиксировано более 400 извержений.

20 сентября 2012 г. произошло очередное 24-ое извержение самого активного грязевого вулкана мира – Локбатан. Он расположен в 15 км к юго-западу от г. Баку, в пределах одноименной нефтепромысловой площади на Абшеронском п-ове, в зоне эксплуатируемых нефтегазовых месторождений Локбатан, Пута, Гушхана и др. (рис. 1).

Произошли три фазы извержения. Извержение началось выбросом пара и брекчии,

вначале на небольшую высоту (рис.1а), затем процесс стал интенсивнее, флюиды и брекчия были выброшены на высоту порядка 100 м. (рис.1б). Процесс продолжился воспламенением газа вблизи кратера (рис. 1в). Фаза завершилась воспламенением основного факела (рис.1д), который впоследствии принял форму гриба, как при ядерном взрыве. Таким образом, можно условно выделить некоторые фазы извержения:

- начало фазы извержения, выброс брекчии и пара;
- увеличение интенсивности выброса пара и брекчии;
- воспламенение промежуточного очага;
- воспламенение основного очага.

### Геологическая позиция

Анализ данных геологической съемки и геофизических исследований показывает, что деятельность грязевых вулканов связана с крупными продольными разрывами, осложняющими сводовые части антиклиналей Локбатан-Пута-Гушхана, к которым и приурочены вулканы (рис.2).

Локбатанская структура, в сводовой части которой находится вулкан, представляет собой асимметричную брахиантиклинальную складку, которая, объединяясь с Пута-

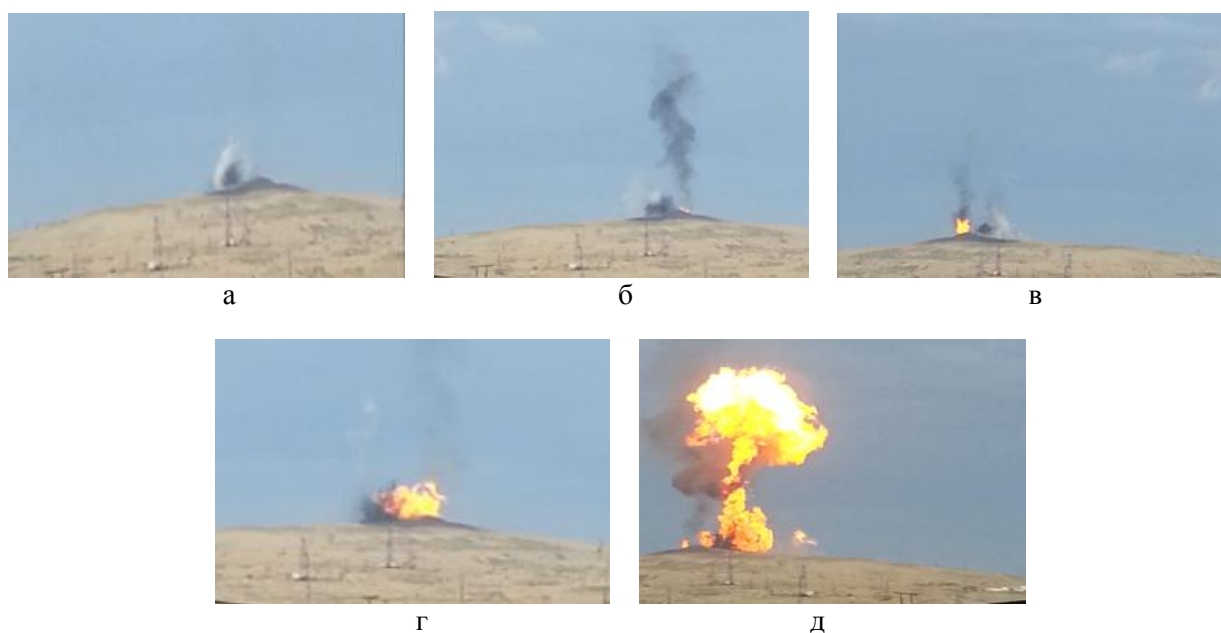


Рис. 1. Стадии развития фаз извержения грязевого вулкана Локбатан

Гушханинской антиклиналью, образует единую Локбатан-Пу́та-Гушханинскую складку. Вдоль этой структуры прослежены грязевые вулканы Ахтарма-Пу́та, Гушхана и Локбатан, расположенные в зоне активных разломов (Якубов и др., 1976 а,б).

Длина Локбатанской складки по верхнему отделу продуктивной толщи (нижний плиоцен) составляет около 4 км. По нижнему отделу ее протяженность вместе с Пу́та-Гушханинской складкой доходит до 9 км. Северное крыло Локбатан-Пу́та-Гушханинской структуры, погружающееся в Гёзде́кскую мульду, имеет ширину до 6 км (Гулиев, Дадашев, 2002; Муслимов и др., 2004).

На рис. 3-5 представлены структурная карта и соответствующий сейсмический профиль, построенные по сейсмическим данным. Как видно из структурной карты и глубинного сейсмического профиля (рис. 4), вулкан расположен в зоне активных разломов, протянувшихся в направлении с запада на восток.

### Сейсмологические данные

Сейсмическая телеметрическая станция «Kinematics» зафиксировала в зоне вулкана слабые землетрясения (рис. 6).

На рис. 7 показана цифровая запись извержения грязевого вулкана Локбатан на стан-

ции «Гобу». Продолжительность этого извержения составила 7 мин.



Рис. 2. Схематическая карта антиклинальных структур и нефтяных месторождений Абшеронского полуострова. 1 – Анарт, 2 – Гарадаг, 3 – Локбатан (море), 4 – Бибиэйбат, 5 – Бибиэйбат (море), 6 – Кёргез-Гызылтепе, 7 – Локбатан-Пу́та-Гушхана, 8 – Шонгар, 9 – Сарынджа-Гюльбахт, 10 – Шорбулаг, 11 – Гюздек, 12 – Гараэйбат, 13 – Шахандаг-Шубаны-Ясамал, 14 – Сулутепе, 15 – Чагнаглар, 16 – Бинагади, 17 – Гырмаки, 18 – Масазыр, 19 – Кечалдаг-Зигильпири



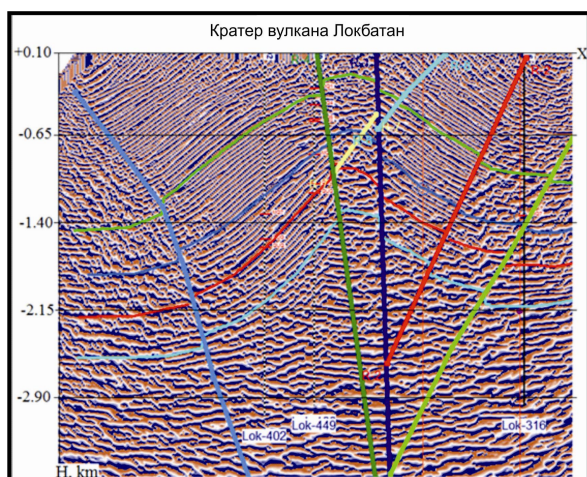


Рис. 5. Сейсмический глубинный разрез, проходящий через свод Локбатанской брахиантиклинали по линии А-А, указанной на рис. 3

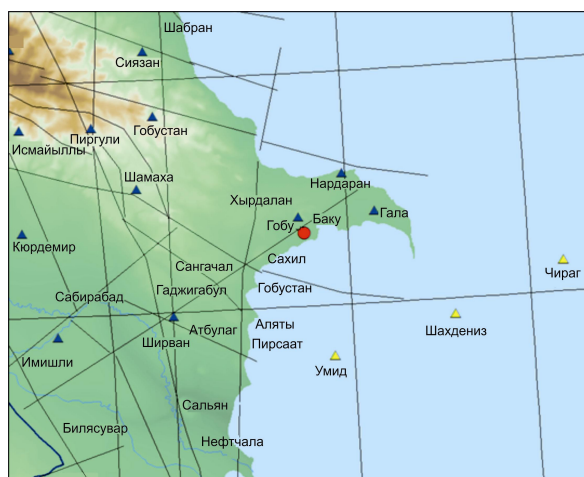


Рис. 6. Схема эпицентра извержения вулкана Локбатан, произошедшего 20 сентября 2012 г.

#### Сейсмические данные по извержению вулкана Локбатан

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| Дата                        | 2012/09/20 |
| $t_0$ (по местному времени) | 04:59:17.7 |
| Lat.                        | 40,32 N    |
| Lon.                        | 49,76 E    |
| ml                          | 1,4        |
| H(km)                       | 5,0 km     |
| $t_0$ (по местному времени) | 09:14:40.2 |
| Lat.                        | 40,32 N    |
| Lon.                        | 49,73 E    |
| ml                          | 1,45       |
| H(km)                       | 5 km       |
| $t_0$ (по местному времени) | 09:23:00   |
| Lat.                        | 40,34 N    |
| Lon.                        | 49,78 E    |
| ml                          | 1,9        |
| H(km)                       | 1,2 km     |

#### История извержений

Впервые в геологической литературе деятельность грязевого вулкана Локбатан обстоятельно была освещена в статьях геолога Яльмара Шегрена, опубликованных в 1888 г. на немецком языке. В них автор отмечает крупное извержение, происшедшее в 1864 г., дает описание вулкана, сделанное при посещении его 26 апреля 1886 г., и описывает извержение 1887 г. (Sjogren, 1988 а,б).

Это было одним из крупных извержений Локбатана, которое произошло в 12 часов ночи и характеризовалось столбом пламени воспламенившихся газов высотой 400-500 м. Сильное свечение было видно в Баку и даже в Гаджигабуре на расстоянии 70 км к югу от Локбатана. Извержение с перерывами продолжалось двое суток. Другие наиболее мощные извержения произошли в 1923, 1935, 1954, 1972, 1977 и 2001 годах.

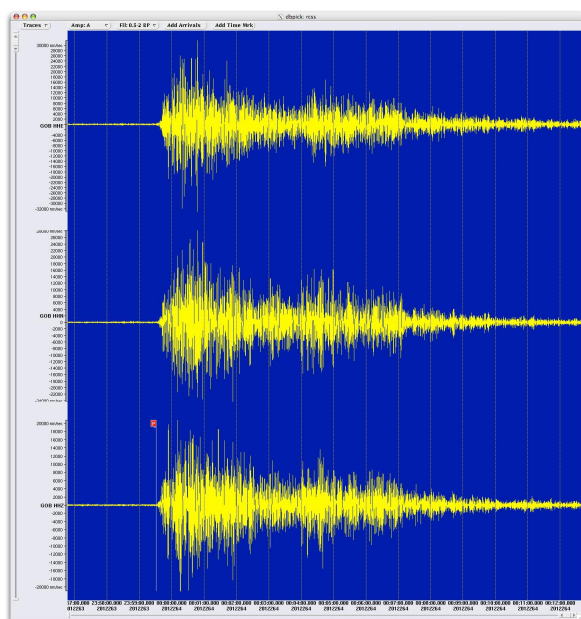


Рис. 7. Форма сигнала и запись извержения 20 сентября 2012 г.

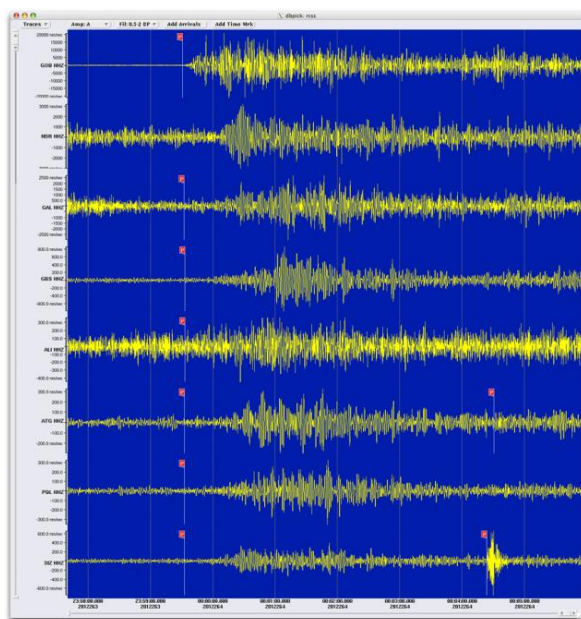


Рис. 8. Цифровые записи волновых форм по станциям Гобу, Нардаран, Гала, Гобустан, Ширван, Алтыагач, Пиргулу и Сиязань

Надо сказать, что почти все крупные извержения вулкана Локбатан, особенно во второй половине XX века, сопровождалось выносом на земную поверхность больших объемов вулканической брекчии в 100-300 тыс. м<sup>3</sup>, воспламенением и горением газов,

излиянием брекчии по склонам, образующим причудливые "языки" потока длиной иногда более 500 м и шириной 100-250 м, образованием радиальных и концентрических трещин глубиной 2 м и более.

Прослеживая извержения грязевого вулкана за последние 100 лет, можно выделить определенную периодичность, выражающуюся в чередовании малого и большого периодов покоя вулкана. Несколько извержений в XIX веке и начале XX столетия характеризовались интервалами 35 (1829-1864 гг.), 23 (1864-1887 гг.), 10 (1890-1900 гг.) и 11 (1904-1915 гг.) лет. Начиная с 1915 г. извержения Локбатана происходят, как правило, через каждые 2-5 лет, т.е. малый период преобладает (11 извержений). С интервалами покоя более 5 лет зафиксированы извержения в 1933 (7), 1954 (13), 1972 (8), 1990 (10), 2001 (11) и 2010 (9) годах (Алиев и др., 2009).

Отметим, что извержения этого весьма интересного грязевого вулкана происходят обычно вечером, ночью и изредка под утро, как было и на сей раз. 20 сентября 2012 г. вулкан Локбатан после небольшого затишья вновь пробудился и ранним утром (04.59 часов) продолжительным подземным гулом, взрывом, огненным столбом высотой более 200 м, выбросом вулканической брекчии начал свою деятельность. По сравнению с предыдущим (4 февраля 2010 г.) нынешнее извержение было довольно мощным, напоминая его извержения в 1954, 1959, 1972, 1977 и 2001 годах.

Как отмечалось ранее, были зафиксированы 3 основные фазы выноса глубинного материала из недр. За небольшой промежуток времени (23 минуты) выброшенная на земную поверхность вулканическая брекчия в объеме более 300 тыс. м<sup>3</sup> покрыла все кратерное поле, два бугорка вокруг него и потекла вниз по склонам в СВ и ЮЗ направлениях. На старом и новом покровах брекчии образовался ряд радиальных трещин, часть из которых имеет глубину более 2 метров и ширину 0,5 м.

Ниже приводятся сведения об извержениях наряду с Локбатаном и ряда других грязевых вулканов Азербайджана, характеризующие объемы выносимой ими на земную поверхность брекчии в различные годы за последние двести лет. Наиболее активными из них являются на

Абшеронском п-ове – Локбатан и Кейреки, извергавшиеся соответственно 24 и 17 раз, в Гобустане – Шихзарли (22 раза) и на Бакинском архипелаге – о.Хара-Зирия (13 раз). Количество извержений на других вулканах: Отманбоздаг – 8, Боздаг-Гюздек – 8, Торагай – 8, о. Гил – 10 (в пределах 8-10) раз, и 2 извержения (1950 и 1996 гг.) были зафиксированы на грязевом вулкане Б. Кянизадаг (Гобустан).

Однако в литературе не по всем извержениям вулканов имеются данные об объемах выносимой вулканической брекчии. Так, из 24 извержений Локбатана только для 9 подсчитаны объемы брекчии, для вулканов Шихзарли – 10, Кейреки – 7, Отманбоздаг – 5, о. Хара-Зирия – 4, Торагай – 3, а для о. Гил из 10 извержений только по одному из них приводится объем выброшенной вулканом брекчии (31 тыс. м<sup>3</sup>)

при его извержении в 1937 году (таблица 1).

Большие объемы брекчии, порядка 200-350 тыс.м<sup>3</sup>, были вынесены вулканами: Локбатан в 1977, 2001, 2002 гг., Кейреки в 1885 г., Боздаг-Гюздек в 1995, 2003 гг., Б.Кянизадаг в 1996 г., о. Хара-Зирия в 1960 г.

Интересно отметить, что извержения грязевых вулканов сопровождаются выбросом и довольно больших объемов УВ газов, иногда горение газов продолжается в течение нескольких месяцев. При извержении вулкана Локбатан в 1977 г. в течение суток было выброшено более 30 млн.м<sup>3</sup> природного газа.

Как видно из таблицы 2, для создания современного облика грязевого вулкана Локбатан начиная с раннемиоценового времени потребовалось 21 тыс. извержений и 24 за последние 2 столетия.

**Таблица 1**

| Абшеронский п-ов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Гобустан                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Бакинский архипелаг                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Локбатан</b><br>1887 г. - 120 тыс. м <sup>3</sup><br>1926 г. - 12,2 тыс. м <sup>3</sup><br>1954 г. - 120 тыс. м <sup>3</sup><br>1959 г. - 140 тыс. м <sup>3</sup><br>1972 г. - 125 тыс. м <sup>3</sup><br>1977 г. - 200 тыс. м <sup>3</sup><br>1980 г. - 70 тыс. м <sup>3</sup><br>2001 г.- 304 тыс. м <sup>3</sup><br>2012 г.- 350 тыс. м <sup>3</sup> | <b>Шихзарли</b><br>1902 г.- 48 тыс. м <sup>3</sup><br>1929 г.- 11,8 тыс. м <sup>3</sup><br>1955 г. - 19,5 тыс. м <sup>3</sup><br>1969 г. - 2 тыс. м <sup>3</sup><br>1974 г. - 20 тыс. м <sup>3</sup><br>1980 г. - 12 тыс. м <sup>3</sup><br>1987 г. - 12 тыс. м <sup>3</sup><br>1992 г. - 1,4 тыс. м <sup>3</sup><br>1997 г. - 2 тыс. м <sup>3</sup><br>2004 г. - 2,7 тыс. м <sup>3</sup> | <b>о. Хара-Зирия</b><br>1940 г. - неск. млн.м <sup>3</sup><br>1956 г. - 3,6 тыс. м <sup>3</sup><br>1960 г. - 270 тыс. м <sup>3</sup><br>1997 г. - 114 тыс. м <sup>3</sup> |
| <b>Кейреки</b><br>1885 г. - 350 тыс. м <sup>3</sup><br>1915 г. - 6 тыс. м <sup>3</sup><br>1952 г. - 375 тыс. м <sup>3</sup><br>1968 г. - 13,8 тыс. м <sup>3</sup><br>1989 г. - 18,3тыс. м <sup>3</sup><br>1991 г. - 9 тыс. м <sup>3</sup><br>2001 г. - 181 тыс. м <sup>3</sup>                                                                             | <b>Торагай</b><br>1947 г. - 30 тыс. м <sup>3</sup><br>1984 г. - 27 тыс. м <sup>3</sup><br>1985 г. - 45 тыс. м <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>о. Гил</b><br>1937 г. - 31 тыс. м <sup>3</sup>                                                                                                                         |
| <b>Отманбоздаг</b><br>1854 г. - 20 млн. м <sup>3</sup><br>1951 г. -182 тыс. м <sup>3</sup><br>1965 г. - 52,5 тыс. м <sup>3</sup><br>1994 г. - 63 тыс. м <sup>3</sup><br>2004 г.- 52 тыс. м <sup>3</sup>                                                                                                                                                    | <b>Б. Кянизадаг</b><br>1950 г. - 100 тыс. м <sup>3</sup><br>1996 г. - 300 тыс. м <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                           |
| <b>Боздаг - Гюздек</b><br>1995 г.- 300 тыс. м <sup>3</sup><br>2003 г.- 230 тыс. м <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                           |

Таблица 2

| Вулкан        | Суммарный объем<br>брекчии | Кол-во извержений для<br>образования вулкана | Средний объем брекчии<br>при одном извержении |
|---------------|----------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Локбатан      | 340 млн. м <sup>3</sup>    | 21000                                        | 160 тыс. м <sup>3</sup>                       |
| Кейреки       | 136 млн. м <sup>3</sup>    | 1000                                         | 140 тыс. м <sup>3</sup>                       |
| Боздаг-Гюздек | 350 млн. м <sup>3</sup>    | 1400                                         | 250 тыс. м <sup>3</sup>                       |
| Отманбоздаг   | 1260 млн. м <sup>3</sup>   | 12000                                        | 100 тыс. м <sup>3</sup>                       |
| Б.Кянизадаг   | 735 млн. м <sup>3</sup>    | 3700                                         | 200 тыс. м <sup>3</sup>                       |
| Торагай       | 343 млн. м <sup>3</sup>    | 10000                                        | 34 тыс. м <sup>3</sup>                        |
| Шихзарли      | 702 млн. м <sup>3</sup>    | 14600                                        | 48 тыс. м <sup>3</sup>                        |
| О.Гил         | 9.45 млн. м <sup>3</sup>   | 300                                          | 30 тыс. м <sup>3</sup>                        |

### Результаты анализа пород

В грязевулканической брекчии, как и в прошлые годы, доминируют обломки терригенно-карбонатных пород эоцен-миоценового возраста. Среди них встречаются эоценовые зеленые глины, глинистые сланцы, мергели, известняки, доломиты, песчано-алевритовые разности, очень много насыщенных нефтью пород и особенно нефтеносных песчаников.

В выбросах вулкана Локбатан последних 2 извержений 2010 и 2012 годов найдены и изучены несколько образцов глинистых пород, горючих сланцев и нефтенасыщенных песчаников эоцен-миоценового возраста, охарактеризованы их литолого-минералогические и геохимические особенности.

Преобладающими минералами в изученных породах являются главным образом лимонит, редко сидерит и разные формы микроорганизмов, преимущественно спикулы губок (8%). Исследование методом рентгеновской дифрактометрии силикатной части тонкозернистой фракции < 0,01 мм показало, что основными составляющими почти всех изученных пород миоцена являются гидрослюда и каолинит (в среднем до 20 - 25%). Встречаются смектит в количестве 5-15%, примеси хлорита, а также смешанные гидрослюдисто-смектитовые образования.

В образцах нефтеносных пород содержание керогена значительно превалирует, он преимущественно продуцирует газообразные УВ до 30%; лишь в одном из образцов зафиксировано отсутствие керогена при содержании растворенной органики 5,05% (рис. 9).

Пиролитические исследования глинистых пород (сланцев) показали высокий их нефтегенерационный потенциал. При этом наблюдает-

ся заметное улучшение количественного и качественного состава органического вещества и его нефтегенерационных характеристик при переходе от эоценовых отложений к средне-верхнемиоценовым (диатомовым). Эоценовые сланцы весьма богаты органическим веществом (31,72%) по сравнению с таковыми миоцена (содержание ОВ=16,87%). Отличие отмечается



Рис. 9. Нефтеносный песчаник



Рис. 10. Образцы горючих сланцев с вулкана

и в содержании растворенной органики и керогена, а также по результатам пиролиза. Древние по возрасту эоценовые сланцы продуцируют лишь газообразные УВ, а миоценовые – газообразные и жидкие УВ (рис. 10).

### Некоторые выводы

Несмотря на длительную разработку месторождения Локбатан и других, находящихся в этой зоне, а также периодическую активизацию грязевого вулкана Локбатан, сопровождающуюся выбросом гигантских объемов брекчии и газа, месторождения продолжают давать продукцию. Совершенно очевидно, что происходит подпитка углеводородов из более глубокозалегающих отложений.

Новые исследования недр, прежде всего сейсмические, сейсмологические и геохимические, показали, что на больших глубинах в Южно-Каспийской впадине существуют зоны «возбуждения», где происходит непрерывное преобразование органического вещества и фазовые переходы (Гулиев, 1997).

Механизм образования очагов «возбуждения» связан с фазовыми переходами в перенасыщенных углеводородами осадочных породах и подземных водах, что подобно широко известному в технике процессу псевдоожижения, когда продувка газом под большим давлением пористых тел образует в них каналы различных размеров. Их наличие способствует миграции углеводородов в огромных размерах, то есть по всему объему бассейна из очагов «возбуждения» происходит постоянная углеводородная дегазация недр в масштабах, значительно превышающих объемы нефти и газа в месторождениях. Это дает нам основание для парадоксального на первый взгляд вывода: ресурсы углеводородов в недрах частично или полностью могут восполняться (American chemical..., 1975; Garney, 1997).

Мы исследовали сотни проявлений углеводородов в Азербайджане, изучили компонентный и изотопный составы газов и нефти и пришли к выводу, что скорости их современной генерации и миграции в Южно-Каспийском бассейне достаточны для восполнения запасов на месторождениях при условии их

цивилизованного отбора. Уже несколько лет ученые Азербайджана совместно с коллегами из Германии изучают эти процессы на геологических объектах ЮКБ. Установлены объемы и периодичность поступления углеводородов через каналы грязевых вулканов.

Сегодня человечество во все возрастающих объемах использует углеводороды, которые природа создавала миллионы лет, что действительно может привести к истощению их запасов. Необходимо добывать столько нефти и газа, сколько их восполняется в «очагах возбуждения» за время эксплуатации месторождения. Технологически эта задача решается, следует только разработать методы сбора и концентрации углеводородов из спорадически рассеянных естественных выходов и сделать этот процесс рентабельным.

### ЛИТЕРАТУРА

- АЛИЕВ, А.А., ГУЛИЕВ, И.С., РАХМАНОВ, Р.Р. 2009. Каталог извержений грязевых вулканов Азербайджана (1810-2007гг.). Nafta-Press. Баку. 106с.
- ГУЛИЕВ, И.С., ДАДАШЕВ, Ф.Г. 2002. Субвертикальные зоны углеводородной дегазации Земли. В материалах Международной Конференции: *Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть и газ*, Геос, Москва, 318-319.
- МУСЛИМОВ, Р.Х., ГЛУМОВ, И.Ф., ПЛОТНИКОВА, И.Н., ТРОФИМОВ, В.А., НУРГАЛИЕВ, Д.К. 2004. Нефтяные и газовые месторождения – саморазвивающиеся и постоянно возобновляемые объекты. *Геология нефти и газа, спецвыпуск: Мат-лы межрегион совещ. «Роль новых геологических идей в развитии старых нефтедобывающих регионов в первой четверти XXI столетия»*, 43-49.
- ЯКУБОВ, А.А., АЛИЕВ, А.А. 1978. Грязевые вулканы. Знание. Москва. 56с.
- ЯКУБОВ, А.А., КАСТРЮЛИН, Н.С., ДЖАБАДОВ, А.А. 1976а. Грязевой вулканизм и нефтегазоносность Локбатана. Элм. Баку. 76с.
- ЯКУБОВ, А.А., АЛИЕВ, А.А., РАХМАНОВ, Р.Р. 1976б. Грязевые вулканы Азербайджана (аннотированный библиографический справочник). Элм. Баку. 216с.
- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. 1975. Renewable resources for plastics. ACS Symposium, 7-9 April 1975, ACS, Philadelphia, Pennsylvania.
- GARNEY, J. 1997. Migration or replenishment in the Gulf. *Petroleum Review, USGS science for a changing world*. Courtesy of USGS Library, 200-203.
- SJOGREN, H.J. 1888a. Ueber die Thätigkeit der Schlammvulkane in der Kaspischen Region während der Jahre 1885-1887. *Зан. Имн. С.- Петерб. Минер. общ-ва*, 2, 24, 1-22.
- SJOGREN, H.J. 1888б. Der Ausbruch des Schlammvulkanes Lok-Batan am Kaspischen Meere vom 5 Januar 1887. *Jahrb. der Wien. Geol. Reichsanstalt*, 37, 2, 233-244.

**Рецензент: член-корр. НАН Азербайджана П.З.Мамедов**