

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АУТИГЕННОГО МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ В ГРЯЗЕВУЛКАНИЧЕСКОЙ БРЕКЧИИ АБШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА И ШАМАХЫ-ГОБУСТАНСКОГО РАЙОНА

Ад.А. Алиев, Т.М. Сараджалинская

Институт геологии и геофизики НАН Азербайджана

В статье рассмотрены некоторые вопросы сульфидной минерализации грязевых вулканов Азербайджана. По результатам литолого-минералогического и петрографического исследований в составе пород-выбросов вулканов выделены сульфидные образования: рентгеноаморфный моносulfид железа – гидротроилит $FeSn \times H_2O$, кристаллический минерал – грейгит Fe_3S_4 .

Ключевые слова: аутигенное минералообразование, сульфидные минералы, породы-выбросы грязевых вулканов

Сульфидные минералы в составе пород грязевых вулканов принадлежат к числу наиболее распространенных по сравнению с другими составляющими. В этом аспекте выполненная работа, посвященная аутигенной сульфидной минерализации грязевулканической брекчии, представляет научный интерес.

Материалы и методы. Изучены 13 вулканов (рис. 1) Абшеронского полуострова (Кечалдаг, Боздаг-Гюздек, Кейреки, Отманбоздаг, Локбатан) и Шамахи-Гобустанского района (Демирчи, Айрантекен, Шихзарли, Дашгил, Солахай, Агнохур,

Сулейманахтарма), а также вулкан Хамамдаг (ЮВ Ширван) - для сравнения. Исследование проведено минералогическим (иммерсия), петрографическим (шлифы) и химическим методами.

В составе пород из выносов грязевых вулканов, в ее алевритовой части были обнаружены порошкообразные мельчайшие частицы черного цвета, напоминающие сульфидные образования. Так как сульфидные минералы образуются при взаимодействии различных соединений железа с сульфидной серой, то необходимо было определить их количественное содержание. В связи с отсутствием данных об окислительно-восстановительной среде формирования грязевых вулканов изучен химический состав форм железа и серы.

Результаты химического анализа показали высокое содержание элементов железа и серы в изученных пробах (Fe: 7,3 – 11,0; S: 0,23 – 1,65). В единичных случаях количество серы равнялось 3,2. Согласно кларку химических элементов в осадочных породах (Иванов, 1994) [4], Fe составляет 0,06, а S - 0,42. Возможно, на повышенное количество элементов в



Рис.1. Схематическая карта изученных грязевых вулканов

1 - Демирчи, 2 - Шихзарли, 3 - Сулейманахтарма, 4 - Агнохур, 5 - Боздаг-Гюздек, 6 - Кечалдаг, 7 - Кейреки, 8 - Локбатан, 9 - Отманбоздаг, 10 - Солахай, 11 - Айрантекен, 12 - Дашгил, 13 - Хамамдаг.

исследуемых породах в какой-то степени могло повлиять разложение силикатных, сульфидных и сульфатных минералов. Формы выделения сульфидов в шлифах весьма разнообразны: чаще всего они представлены в виде мелких микрозернистых (от долей миллиметра до 0,5 см, реже 2 см) конкреционных выделений неправильно округлой, дендритоподобной и линзовидной формы. Характерны нечеткие контуры выделений. По периферии они нередко окружены ореолом тонко распыленного криптозернистого сульфида. Нередко сульфиды приурочиваются к скоплениям детритуса в полостях раковин.

ное железо в пелитовых частицах сопочных илов. Пирит и марказит, возникающие в этом процессе, часто сопровождаются аморфным сернистым железом – гидротроилитом.

По мнению других исследователей (Полушкина, Сидоренко, 1963) [5], гидротроилит, уплотняясь, образует сгустки - конкреции, в которых формируются различные сульфидные образования, в том числе и мельниковит. Позже мельниковит был переименован в грейгит.

Грейгит нами установлен только в тяжелой фракции. Минерал имеет четкие грани пластинчатой, удлиненной, округлой формы с неровной

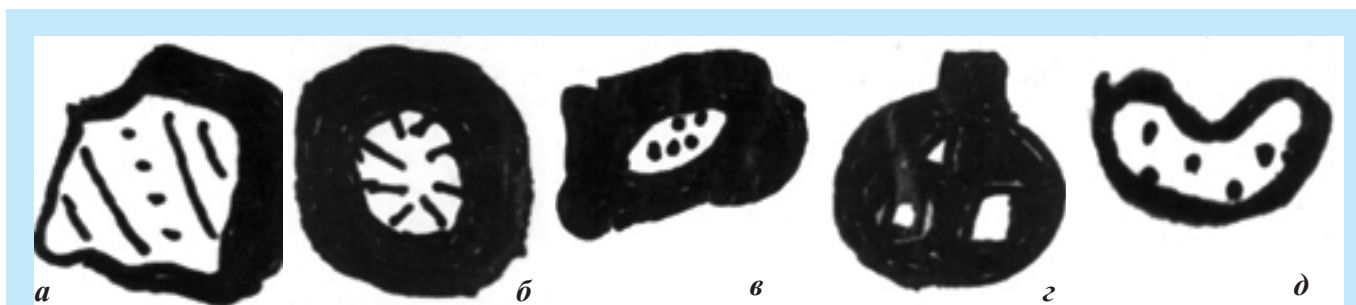


Рис. 1. Микрофотографии грейгита при увеличениях 20 x 40 x 60

а, б – точечные включения и штрихи черного цвета на фоне желтого,

в, г, д – с включением пиритов разных форм (места обнаружения: а - Дашигил, б - Отманбоздаг, в - Боздаг-Гюздек, г - Шихзарли, д – Солахай)

При изучении легкой и тяжелой фракции пород зафиксированы сульфидные образования, которые представлены в виде штрихов, пятен и более крупными зернами удлиненной, таблитчатой и округлой формы черного цвета. По данным Н.М. Страхова и др. [6] обнаруженные им аналогичные формы сульфидов в осадках Черного моря являются рентгеноаморфным моносульфидом железа – гидротроилитом $\text{FeSn} \times \text{H}_2\text{O}$. Идентичность сульфидных образований по всей вероятности свидетельствует о том, что зафиксированные нами сульфидные образования также являются гидротроилитом. Впервые гидротроилит был обнаружен в 1912 г. В.В. Доссом [8], считавшим, что гидротроилит, кристаллизуясь, становится первичной минеральной формой; одним из его кристаллизованных разновидностей является мельниковит, который впоследствии переходит в более стабильную форму – пирит.

П.П. Авдусин [1] считал, что пирит образуется в результате воздействия сероводорода на окис-

землистой поверхностью (мелкие бугорки). Цвета его зерен при включении анализатора микроскопа становятся латунно-желтыми, желтовато-серыми, молочно-белыми, причем окраска в пределах одного зерна может быть разной, например, одна половина черная, другая – белая; известны зерна грейгита с вертикальной штриховкой желтого и черного цвета или удлиненной формы с включением мелких пиритов. Грейгит оптически изотропен, обладает менее высоким рельефом, чем пирит и более низкой отражательной способностью. Хорошо кристаллизованные его разновидности в отраженном свете микроскопа имеют слабо кремовый оттенок. В тяжелой фракции иногда прослеживается грейгит в сочетании с пиритом.

Пирит в тяжелой фракции идентифицируется повсеместно, выделяется по высокой отражательной способности и высокому рельефу. Обычно он встречается в виде отдельных правильных кристаллов: округлой, кубической, реже друзовой

формы. Тем не менее, среди них отмечаются пириты с нехарактерными для него очертаниями, т.е. наружные элементы симметрии не соответствуют особенностям его структуры: в виде наростов округлых форм, кубических сростков, пчелиных сот, срастания нескольких кристаллов пирита разных размеров. Наблюдается также генерация пирита, когда мелкие кристаллы его нарастают на более ранних и крупных по размерам. Иногда пирит составляет основу тяжелой фракции. В виде пчелиных сот пирит обнаружен на вулкане Кечалдаг (Абшеронский п-ов).

Сотовый пирит в сопочной брекчии грязевого вулкана Пирекяшкюль (Гобустан) был обнаружен и методом электронной микроскопии (Шнюков и др., 2018) [7].

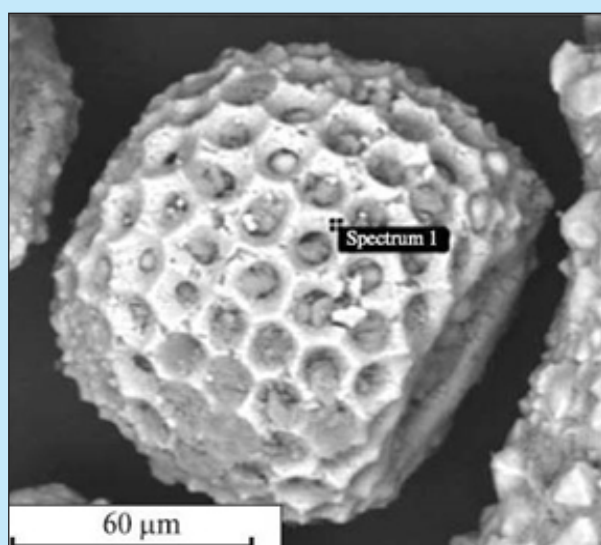


Рис. 3. Сотовый пирит. Грязевой вулкан Пирекяшкюль.

Element	Weight %	Atomic %
S (K)	52.930	65.64
Fe (K)	47.070	34.36
Totals	100.00	

Встречаются пириты, развивающиеся по разным органическим остаткам диатомового, а чаще фораминиферового планктона. Спорадически встречается марказит с характерной для него анизотропией и малиновыми интерференционными тонами в отраженном свете микроскопа; также редко встречается пирротин красновато-желтого цвета.

В тяжелой фракции отмечаются и другие сульфидные образования, как в виде отдельных правильных кристаллов, так и в виде агрегатов в форме, близкой к фрамбоидам, состоящим из игольчатых спутанно-волоконистых образований. Отмечаются неправильной формы вкрапления, зерна и сростки с неровной поверхностью и слабым металлическим блеском.

В грязевулканической брекчии преобладают кристаллы пирита кубической сингонии. Притом крупные кристаллы, как новообразованные, преимущественно обнаруживаются через несколько месяцев после извержения вулканов обычно на участках выходов газа (Алиев и др., 2015) [2].

Штриховка на гранях кристаллов пирита (по Джафарову Ч. Д., 1970) [3] появляется в условиях загрязнения минералообразующих растворов механическими примесями и зависит от степени насыщения флюидов и направления их движения.

По мнению Шнюкова Е.Ф. и др. [7], во многих случаях на кристаллах пирита наблюдаются не фигуры роста, а фигуры растворения, возникающие в условиях дефицита H_2S во флюидах сопочной брекчии грязевых вулканов.

К сульфидным образованиям могут быть также отнесены небольшие комки округлой, удлиненной формы черного цвета. При отраженном свете микроскопа в них просматриваются бугры желтого, темно-серого цвета с металлическим блеском. Они зафиксированы на вулканах Кейреки (Абшеронский п-ов) и Айрантекен (Гобустан).

В шлифах описаны и другие аутигенные минералы железа. Это хлорит, мусковит, биотит, барит, ангидрит и целестин. Хлорит представлен агрегатом тонко рассеянных в породе микрочешуйчатых зерен. Встречаются и более крупнокристаллические буровато-зеленоватые разновидности. В большинстве случаев хлориты тонкопластинчатые зеленого цвета. Кристаллы мусковита обыкновенно таблитчатые, иногда встречаются в виде мелких бесцветных листочков. Биотит в основном бесцветный или бледнозеленый. Иногда он отмечается в срастании с мусковитом и обыкновенной роговой обманкой. Авгит, диопсид, циркон, гранаты (альмандин), эпидот, цоизит присутствуют в ограниченном количестве.

Гидроокиси железа представлены в основном лимонитом, гематитом, лейкоксеном, в меньшей степени - гидрөгетитом. Они либо являются про-

дуктами изменения обломочных зерен, либо представляют собой реликты тонко рассеянного в породе гидроокисного железа, создающие желтовато-буроватую пятнистую окраску. Локально отмечается сидерит, и всегда в количестве 100 %.

При микроскопическом исследовании тяжелой фракции было отмечено, что большая часть минералов подвергнута постседиментационным преобразованиям. Это выражается в постепенном переходе мусковита, роговой обманки обыкновенной в хлорит, биотит или биотита в хлоритоподобный минерал, когда изменяются свойства биотита и отмечается псевдоморфоз хлорита по биотиту. В этих случаях наблюдается осветление биотита и он становится совершенно бесцветным. Отмечается также переход лейкоксена в лимонит, пирротина в пирит или низкопреломляющие гранаты и трудноопределяемые обломки минералов. Многие из этих минералов трещиноваты с включением газовых пустот.

ВЫВОДЫ:

– Современный подход к проблемам диагенетического сульфидообразования базируется на представлении о постепенном переходе всех известных сульфидных форм в пирит, являющийся наиболее устойчивым.

– Качественные различия в проявлениях сульфидной минерализации отражаются в соотношении различных сульфидных форм в виде гидротроилита, грейгита, пирита и др. минералов.

– Совместное присутствие отдельных сульфидных фаз свидетельствует о том, что Fe и S проявляют различные степени окисления. Гидротроилит и кристаллический грейгит вследствие высокой склонности к окислению могли формироваться в анаэробной среде, в которой количество серы кислоторастворимых сульфидов превышает количество пиритной серы.

– Для формирования дисульфида Fe – пирита необходим окислитель сульфидной серы и слабокислая среда. Следовательно, при слабом развитии сульфидной минерализации, где $C_{\text{орг}}$ незначителен, гидротроилит представляет собой

отдельные пятна, штрихи, примазки, а при более высоком содержании $C_{\text{орг}}$ могли формироваться образования от мелких частиц пирита до крупных кристаллических форм.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Авдусин П.П. Глинистые осадочные породы АН СССР, Ин-т литологии нефт. месторождений. – М.: ИИ, 1953.
2. Адиев Ад. А., Гулиев И.С., Дадашев Ф.Г., Рахманов Р.Р., 2015. Атлас грязевых вулканов мира. Баку: Изд-во «Nafta-Press», SandroTetiEditore, 323 с.
3. Джафаров Ч.Д., 1970. Кристалломорфология пирита и его минералогическое значение. Баку, «Елм», 180 с.
4. Иванов В.В., 1994. Геохимия элементов, кн. I, М., “Недра”, 156 с.
5. Полушкина А.П., Сидоренко Г.С. 1963. Мельниковит – как минеральный вид. – Записки Всес. мин. об-ва, 92, вып. 5.
6. Страхов Н.М., Залманзон Э.С. 1955. Распределение аутигенно – минералогических форм железа в осадочных породах и его значение для литологии. Изв. АН СССР, серия геол., № 1.
7. Шнюков Е.Ф., Алиев Ад.А., Исмаилзаде А.Д. и др. 2018. Сульфиды железа как показатель условий минералообразования в грязевых вулканах Азербайджана. Геология и полезные ископаемые Мирового океана. Киев, № 2, С. 49-64.
8. Docc B, 1912. Melnikowit, ein neues Eisendisulfid, und sein Verhalten bei der Genese vom Pyritlagerstatten-Z/prakt. Geol. B., 20, s. 453-458.