

УДК: 553.535 + 621.385.833

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

В. Р. ИСРАЕЛЯН

ЭЛЕКТРОННОМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ОБСИДИАНОВ

Обсидианы, кислые вулканические стекла, имеют широкое распространение на территории Армянской ССР и связаны с новейшим вулканизмом.

Необходимость изучения обсидианов обусловлена, во-первых, содержанием большой информации о магматическом очаге, ввиду их неизменности, и, во-вторых, их технологическими свойствами. Кроме того, некоторые декоративные и прозрачные разновидности используются в качестве поделочного камня.

При исследовании кислых вулканических стекол, наряду с другими методами физико-химического анализа, рядом авторов применялась также электронная микроскопия [2, 3, 5, 9, 10].

Из множества обсидианов различных месторождений для электронномикроскопического изучения нами были выбраны две разновидности Арагацского (Артенинского) месторождения: черный мориноподобный, прозрачный в тонких сколах и смешанный—буро-красный обсидиан, содержащий обломки и линзы черной разновидности.

Черная разновидность обсидиана представляет собой рентгеноаморфное стекло с показателем преломления $N=1,485$; вспучивается при температуре $1050-1100^{\circ}\text{C}$. В отраженном свете как полированная поверхность, так и свежий скол не выявляют структуры и лишь после травления проявляется глобулярная структура без каких-либо видимых кристаллических включений. Наблюдаются поры в виде замкнутых пузырей, которые при нагреве увеличиваются в объеме и вспучивают породу (рис. 1а, б).

Другая разновидность, буро-красная, в отраженном свете выявляет волокнисто-струйчатую текстуру, а после травления в HF —характерную для стекла глобулярно-блочную структуру. Наблюдаются мелкие кристаллические образования (рис. 1в). Черные участки, находящиеся в буро-красном обсидиане, аналогичны вышеописанному образцу. Показатель преломления буро-красной части $N=1,482$. Этот образец вспучивается плохо, при температуре 1250°C и выше. Порода в основном рентгеноаморфна, и идентифицируются лишь слабые пики, соответствующие ортоклазу, тридимиту, кварцу и биотиту.

Методика исследования. Исследование образцов в электронном микроскопе осуществлено методом реплик и суспензий. Поверхности свежих сколов образцов протравливались в HF в течение 5—7 минут при интенсивном перемешивании для удаления продуктов реакции. С этой же

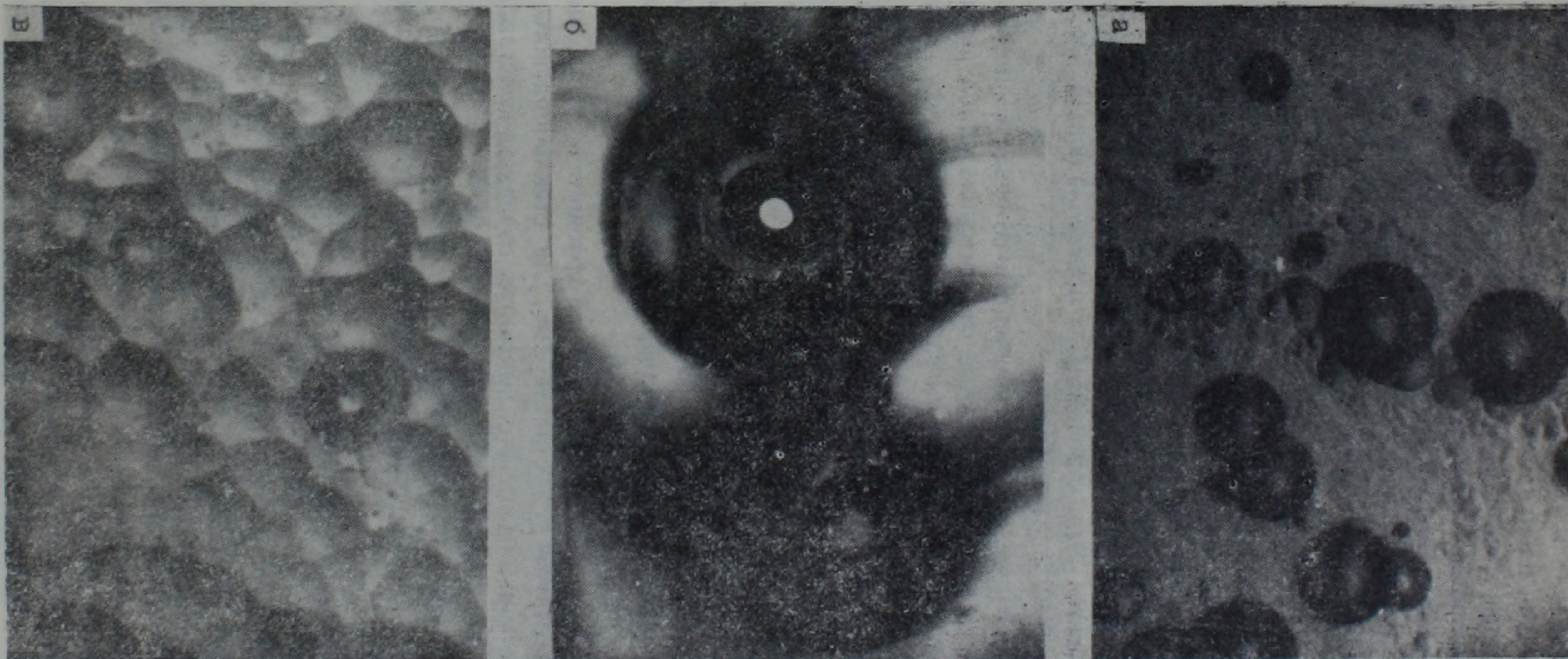


Рис. 1. а—черный обсидиан. Травление HF, отраженный свет, ув. 115х, б—черный обсидиан, нагретый до $T-950^{\circ}\text{C}$, отраженный свет, ув. 340х, в—буро-красный обсидиан. Травление HF, отраженный свет, ув. 340х.

целью на протравленную поверхность наносилась коллодиевая пленка, которая затем удалялась. После промывки в ацетоне на поверхность наносилась углеродная пленка. Углеродная реплика снималась химически.

Для более дифференцированного выявления структурно-текстурных и фазовых неоднородностей вулканических стекол нами впервые было использовано также и ионное травление. Последнее было проведено в токе аргона при режиме 2,5 кВ, 25 мА, в течение часа с медной сеткой, по методике, принятой при исследованиях керамики и искусственных стекол [8].

С целью оценки вещественного состава и определения кристаллических минералов, имеющих в стекломассе [4], был применен метод суспензии. Этот метод позволяет переходить в режим дифракции. В этом случае на препарат, полученный из суспензии естественного образца, напылялся слой металла *Al*, *Pt*, служащий в качестве стандарта при расчете микроэлектронограмм, а также для упрочнения коллодиевой подложки. Исследования были проведены в просвечивающем электронном микроскопе BS—540 фирмы Тесла.

Описание образцов. Реплики, полученные со скола черного обсидиана, протравленного в *HF*, отличаются относительно слабо выраженной структурой и практически повторяют глобулярную текстуру, обнаруженную в оптическом микроскопе. Глобулы эти довольно редки, и для них характерно содержание кристаллических образований, распределенных по краям. Более мелкие кристаллики распределены по поверхности глобулей (рис. 2а).

Обнаружение глобулей при различных увеличениях говорит о том, что порода эта имеет характерную для стеклообразного состояния структуру, а кристаллики мельчайших размеров содержатся в стекломассе в виде изолированных монокристаллов. Ионное травление также выявляет глобулярную структуру (рис. 2б).

Реплики, полученные с другого—буро-красного образца, выявляют несколько иную структуру. Характерные для стеклообразного состояния структурные единицы в своих контактах содержат кристаллические агрегации различных размеров (рис. 2в).

По-иному раскрывается структура этой разновидности после ионного травления. В красно-бурой части образец выявляет островную структуру (рис. 2 г, д).

В части, где имеются вкрапленники черного обсидиана, четко выделяются две разные по структуре зоны: островная—для буро-красной части и пористая—для черной (рис. 2д). «Островки» соединены друг с другом и создают цепочно-островную структуру. Четко выраженные кристаллические образования редки.

Ионное травление более четко (по сравнению с кислотным) выявляет неоднородную микроструктуру исследуемых образцов. Эти неоднородности, по всей вероятности, имеют ликвационный характер, что свойственно стеклообразному состоянию [12]. О ликвационном характере неоднородностей свидетельствует также тот факт, что кристаллические образования в основном сконцентрированы на поверхностях глобулей,

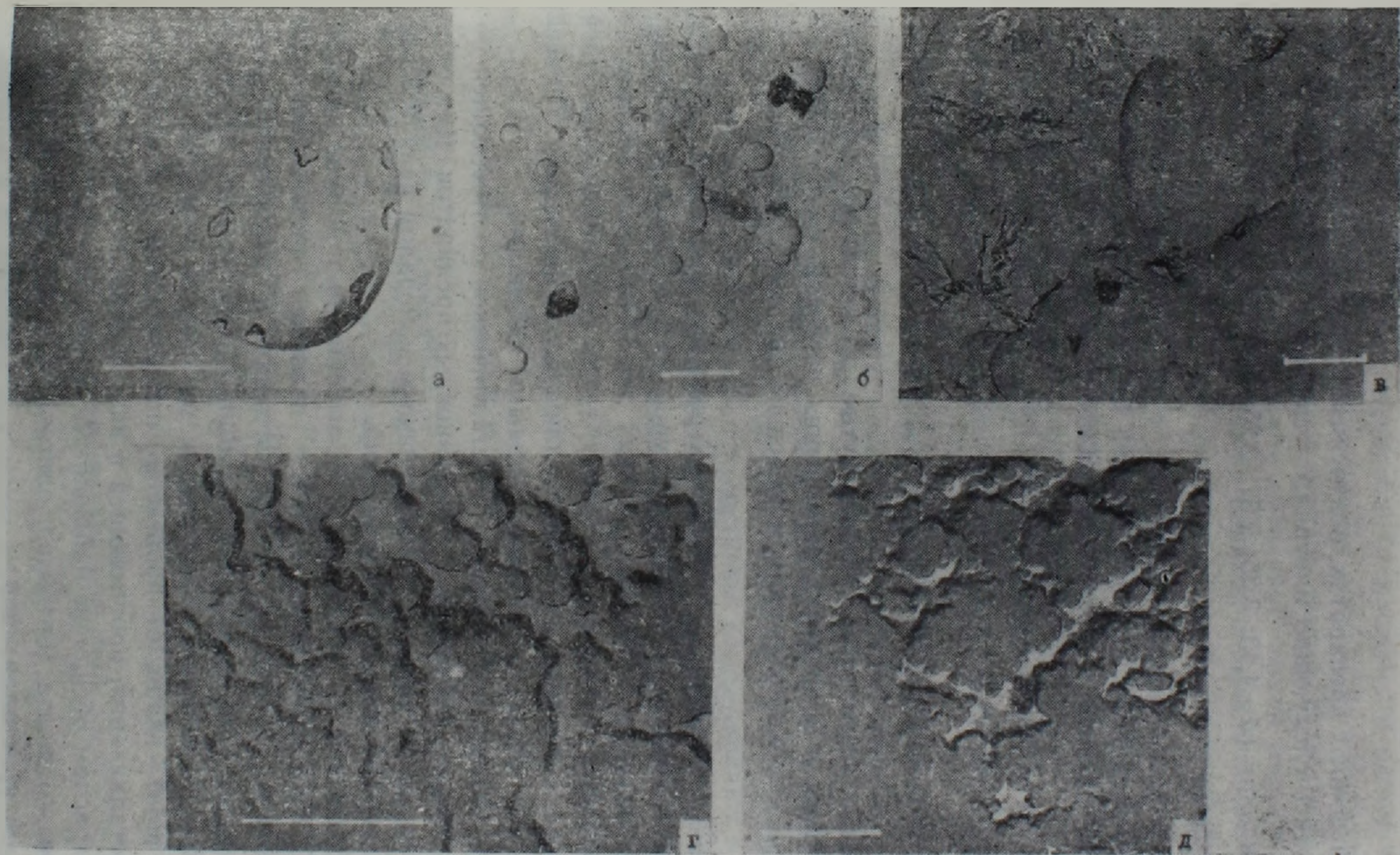


Рис. 2. а—реплика с черного обсидиана, травление HF, б—реплика с черного обсидиана, ионное травление, в—реплика с буро-красного обсидиана, травление HF г, д—реплика с буро-красного обсидиана, ионное травление.

т. е. на границе раздела фаз, что обычно имеет место при метастабильной ликвации [1].

Микронегоднородности создают дополнительные поверхности раздела фаз, что способствует зарождению кристаллов.

На ликвационные явления в обсидианах указывает также С. Г. Каралетян [6].

В суспензионных препаратах, полученных с черного обсидиана, удалось обнаружить следующие минералы: тридимит ($d=4,38; 3,75; 2,50; 1,70 \text{ \AA}$), лепидолит ($d=4,43; 3,35; 2,57; 2,25; 1,50 \text{ \AA}$) и иллит ($d=4,48; 2,57; 2,19; 1,29 \text{ \AA}$).

Микроэлектронограммы, полученные с суспензионных препаратов буро-красного обсидиана, выявили, помимо кварца, ортоклаза, олигоклаза, флогопита, биотита и мусковита, наличие также таких минералов как силлиманит ($d=5,34; 3,42; 3,35; 2,68; 1,83; 1,67; 1,52 \text{ \AA}$), дистен ($d=3,34; 3,14; 2,79; 2,69; 1,96; 1,53; 1,38 \text{ \AA}$), шпинель ($d=3,16; 2,86; 2,43; 2,03 \text{ \AA}$). Шпинель в продуктах вулканов Артеми описана С. Г. Каралетяном [7].

Обсуждение результатов. Подвергнутые исследованию обсидианы рентгеноаморфны и в пределах разрешения световой микроскопии довольно однородны, в электронном микроскопе они выявляют различную структуру.

Если черный образец при различных режимах травления характеризуется относительно гомогенной структурой, то буро-красный обладает гетерогенной структурой. Во всех случаях для обсидианов характерна глобулярно-блочная, стекловатая структура, где на вершинах глобулей сконцентрирована основная часть кристаллических образований. По всей вероятности, это обусловлено ликвационными явлениями.

Наиболее интересные данные о кристаллической составляющей получаются в режиме дифракции с суспензионных препаратов. Для относительно однородного черного стекла основным минералом является тридимит, характерный для низких давлений.

Как указывает В. В. Наседкин [11], ассоциация тридимит или кристобалит + K , Na -полевой шпат является важным генетическим признаком процессов, идущих при низких давлениях и сравнительно высоких температурах. Она определяет принципиальное отличие процессов глубинной кристаллизации, для которых характерен парагенезис — K , Na -полевой шпат + кварц, от процессов поверхностной и близповерхностной кристаллизации, протекающей в вязкой среде.

В буро-красном обсидиане наблюдается ассоциация натриевого, калиевого полевого шпата (ортоклаз, олигоклаз) и кварца, характерная для глубинной кристаллизации.

О глубинной кристаллизации свидетельствует также наличие таких минералов, как силлиманит, дистен, шпинель. Все эти три минерала обладают высокой температурой плавления (шпинель — 2150°C , силлима-

нит—1545°C), а дистен кристаллизуется при весьма высоких давлениях, что обеспечивается на значительных глубинах в земной коре.

По всей вероятности, образование кристаллических зародышей этих минералов имело место в самой магме, так как в случае захвата при движении магмы, или непроплава они имели бы размеры и были бы в количествах, доступных разрешающей способности световой микроскопии и рентгенографии. Торможение же роста этих кристаллов, возможно, является следствием быстрого спада температуры расплава.

Содержание в буро-красном обсидиане черной разновидности можно объяснить, очевидно, не только ликвационными явлениями, характерными для стеклообразного состояния, но и высоким градиентом температуры и давления магматического очага.

Во всех случаях вопросы эти требуют дальнейшего более подробного исследования с привлечением современных, более усовершенствованных методов анализа, что позволит расширить наши представления о возможных глубинах формирования магматических очагов кислых составов. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Метод электронной микроскопии в режиме микродифракции позволяет наиболее полно охарактеризовать вещественный состав вулканических стекол.

2. Ионное травление позволяет обнаружить ликвационный характер микроструктурных неоднородностей, имеющих в вулканическом стекле.

3. Судя по минеральным ассоциациям, обнаруженным в обсидиане с помощью дифракции электронов, можно предположить, что магматический очаг находился на значительных глубинах земной коры.

АрмНИИСА

Поступила 5. VI. 1981

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Галахов Ф. Я. «Стеклообразное состояние». Наука, М—Л., 1965.
2. Горошков А. И., Наседкин В. В. и др. Перлиты. Наука, М., 1981.
3. Израелян В. Р. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 5, 1970.
4. Израелян В. Р. Перлиты, Наука, М., 1981.
5. Карапетян С. Г., Израелян В. Р., Акопян Г. Г. Закономерности формирования и размещения месторождений вулканического стекла. Наука, М., 1963.
6. Карапетян С. Г. Труды ИГЕМ, вып. 90, М., 1963.
7. Карапетян С. Г. «Особенности строения и состава новейших липаритовых вулканов Армянской ССР». Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1972.
8. Крохина А. И., Спивак Г. В., Решетников А. М. Известия АН СССР, серия физическая, 27, № 9, 1963.
9. Наседкин В. В. Водосодержащие вулканические стекла кислого состава, их генезис и изменения. Труды ИГЕМ АН СССР, вып. 68, М., 1963.
10. Наседкин В. В., Фролова К. Е. Известия АН СССР, серия геологическая № 3, 1975.
11. Наседкин В. В., Зиборова Г. А. Известия АН СССР, серия геологическая, № 1, 1968.
12. Стеклообразное состояние. Наука, М—Л., 1965.