

Н. В. КОРОНОВСКИЙ, Г. В. САПАРИН, В. И. СЛУЕВ,
Г. В. СПИВАК

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ИГНИМБРИТОВ ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАСТРОВОГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА

(Представлено академиком В. И. Смирновым 6 VI 1975)

Происхождение вулканических пород, относимых к группе игнимбри-тов, до сих пор остается загадкой, несмотря на большое количество предло-женных гипотез. Наиболее распространенное объяснение их генезиса за-ключается в признании спекания первично пирокластического обломочного материала, в подтверждение которому обычно приводится наблюдаемая в шлифах «пепловая» структура или ее «реликты». Однако детальное микро-скопическое изучение основной массы игнимбри-тов ряда районов показы-вает, что «обломки» вулканического стекла представляют собой обособле-ния, погруженные в стекловатый же базис и не соприкасающиеся между собой. В шлифах наблюдается, что вулканические стекла базиса и обособ-лений различаются между собой по ряду признаков: показателю прелом-ления, окраске, способности к раскристаллизации и текстуре и, в конечном счете, по составу. Следовательно, в основной стекловатой массе породы имеет место неоднородность, проявляющаяся на разных уровнях и обла-дающая, вероятнее всего, ликвационным происхождением⁽¹⁾. Для под-тверждения реального существования неоднородности в основной массе вулканических пород впервые был применен катодолюминесцентный анализ.

Растровый электронный микроскоп (РЭМ) в режиме катодолюмине-сценции (КЛ) в настоящее время привлекает все большее внимание воз-можностью осуществления микроанализа, выявления распределения раз-личных фаз в объекте с высоким пространственным разрешением⁽²⁻⁸⁾. В РЭМ первичный электронный пучок, сканируя по поверхности объекта, вызывает ряд явлений, в том числе вторичную электронную эмиссию (ВЭЭ) и световое КЛ-излучение.

В настоящей работе использовался метод одновременного наблюдения КЛ-изображения и изображения в режиме ВЭЭ, что давало возможность обнаружить связь геометрии объекта с топографией КЛ-высвечивания. Регистрация КЛ-излучения осуществлялась в видимой части спектра фото-электронным умножителем ФЭУ-28, обладающим наибольшей чувстви-тельностью в красной области.

В качестве объекта были выбраны верхнеплиоценовые липаритовые игнимбри-ты Северного Кавказа, в геологическом отношении хорошо изу-ченного района^(10, 11). Образцы игнимбри-тов (0,5×0,5 см) были отполиро-ваны и протравлены HF в течение нескольких секунд. Анализ образцов в РЭМ в режиме ВЭЭ подтвердил явления, наблюдаемые в игнимбри-тах Верхнечегемского нагорья в шлифах. Одна фаза стекла (обособления) практически не поддается травлению; другая фаза (базис), наоборот, разьедается весьма интенсивно. При небольших увеличениях (500×) от-четливо видна вытянутая форма обособлений (1-я фаза) с характерными «заливами» и вогнутыми краями, часто соединенными между собой тон-кими пережимами. Стекло 2-й фазы (базис) обладает низким неровным рельефом, а текстура основной массы свидетельствует об отсутствии сле-дов спекания и сдавливания под нагрузкой. В режиме КЛ стекла 1-й фазы

люминесцируют весьма интенсивно, а стекла 2-й фазы не проявляют люминесценции и остаются темными (рис. 1А, Б). Ошибка за счет глубины рельефа исключена, потому что в тех местах, где травление стекла было менее сильным, и можно наблюдать «дно» этого локального объекта, оно также не люминесцирует. Следовательно, подтверждается, что на микроуровне стекловатая основная масса игнимбритов в режиме КЛ обладает явной неоднородностью, и фазы стекла должны иметь различный химический состав. При больших увеличениях неоднородность в стекле также ярко выражена (рис. 1В, Г). Обращают на себя внимание овальные, округлые контуры обособлений стекла 2-й фазы, обладающие формой типичных глобул, которые в режиме КЛ остаются черными.

Таким образом, в стекловатой массе липаритовых игнимбритов Верхнечегемского нагорья выявляются обособления вулканического стекла различного химического состава, что однозначно подтверждается КЛ разной интенсивности и доказывает возможность процесса ликвации в кислых расплавах. Это обстоятельство еще раз свидетельствует о лавовой природе рассматриваемых игнимбритов, что предполагалось и ранее (¹, ¹¹).

Верхнеплиоценовые липаритовые игнимбриты Нижнечегемского района, которым единодушно приписывается пирокластическое происхождение (¹²), при анализе на РЭМ в режиме КЛ обнаруживают интересную особенность. Образец этих пород, взятый из максимально спекшейся части разреза в правобережье р. Чегем, не был протравлен HF, вследствие чего не давал рельефа при режиме ВЭЭ. Однако стекловатая основная масса в режиме КЛ также обладает различной светимостью, что указывает и на разный химический состав вулканических стекол (рис. 1Д). Характер распределения двух фаз стекла и контуров их границ в режиме КЛ не очень характерен для картины сваривания стекловатых обломков. Это обстоятельство позволяет предположить, что и в игнимбритах, образовавшихся в результате спекания пирокластического материала, обломки стекла в основной массе имеют различный состав, что может служить указанием на процессы расслаивания в кислых расплавах в подводящих каналах.

Учитывая имеющиеся данные, можно сделать вывод, что формирование пород типа игнимбритов — в широком смысле этого понятия — должно быть связано с расслаиванием магматического расплава, причем уровни проявления расслаивания могут быть различными, вплоть до микронного. Существуют экспериментальные данные о том, что в момент ликвации в искусственных стеклах вязкость расплава падает на 5–6 порядков. Именно это обстоятельство может придавать кислым природным расплавам высокую подвижность, на первый взгляд несовместимую с традиционными представлениями о них как о вязких и низкотемпературных лавах. Таким образом, метод КЛ для распознавания вулканических стекол разного состава представляется весьма эффективным и многообещающим.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
26 V 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. В. Короновский, ДАН, т. 220, № 2 (1975). ² Г. Ф. Карлик, В сб.: Излучательная рекомбинация в полупроводниках, М., «Наука», 1972. ³ Сб.: Физика и техника спектрального анализа (Люминесцентный анализ), под ред. М. А. Константиновой-Шлезингер, М., «Физмат», 1961. ⁴ W. van Roosbroeck, J. Appl. Phys., v. 26, № 380 (1955). ⁵ Г. В. Спивак и др., VII Международн. конфер. по оптике рентген. лучей и микроанализу, М., ч. 1, 1974. ⁶ Г. В. Спивак, Г. В. Сапарин, М. К. Антошин, УФН, т. 113, в. 4 (1974). ⁷ Г. В. Спивак и др., Письма ЖЭТФ, т. 21, в. 1 (1975). ⁸ P. B. Thornton, Scanning Electron Microscope London, 1968. ⁹ Г. В. Спивак, Г. В. Сапарин, М. В. Быков, УФН, т. 99, № 635 (1969). ¹⁰ Е. Е. Милановский, Ф. Е. Каминский, С. М. Седенко, В сб. Геол. Центр. и Зап. Кавказа, Тр. Кавк. эксп. МГУ, № 3, М., Гостоптехиздат, 1962. ¹¹ Н. В. Короновский, А. А. Лебедев-Зиновьев, Изв. АН СССР, сер. геол., № 1 (1973). ¹² Е. Е. Милановский, Н. В. Короновский, Вестн. МГУ, сер. геол., № 4 (1969).

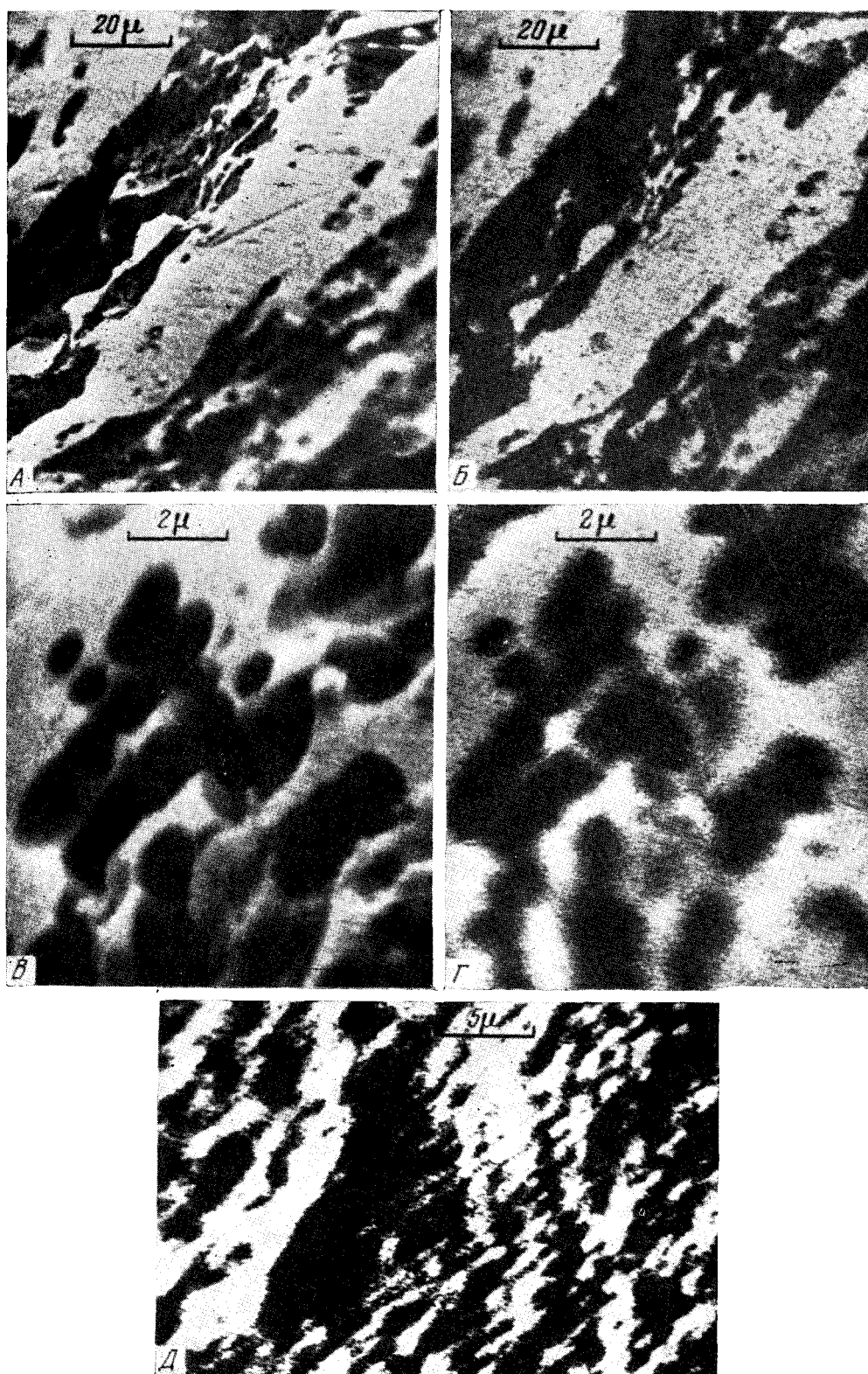


Рис. 1. Липаритовый игнимбрит Верхнечегемского (А – Г) и Нижнечегемского (Д) вулканических нагорий (верхний плиоцен) в РЭМ. А – в режиме ВЭЭ; Б – в режиме КЛ (800×); В – в режиме ВЭЭ; Г – в режиме КЛ (7500×); Д – в режиме КЛ (2700×)