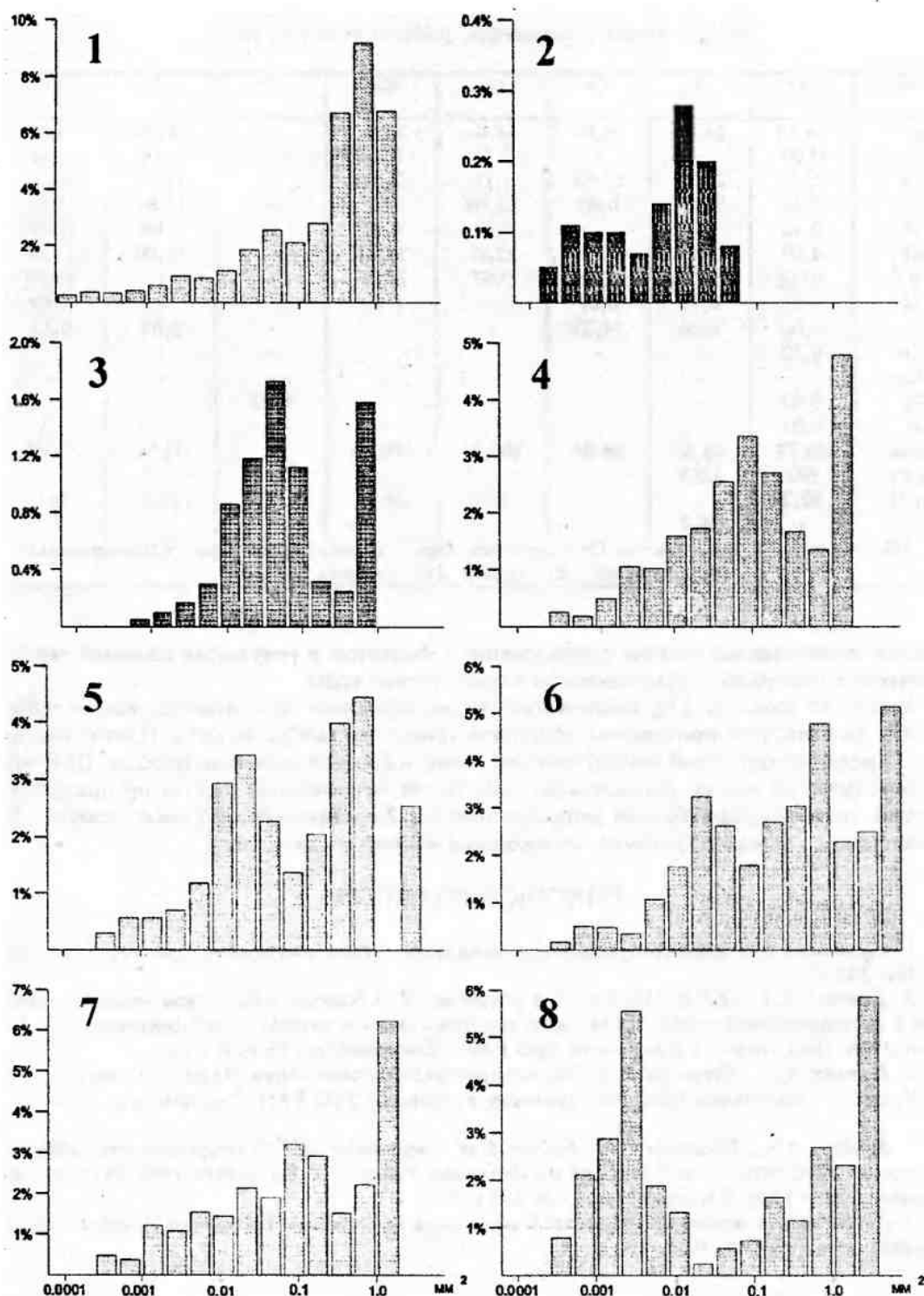


А. И. Малышев

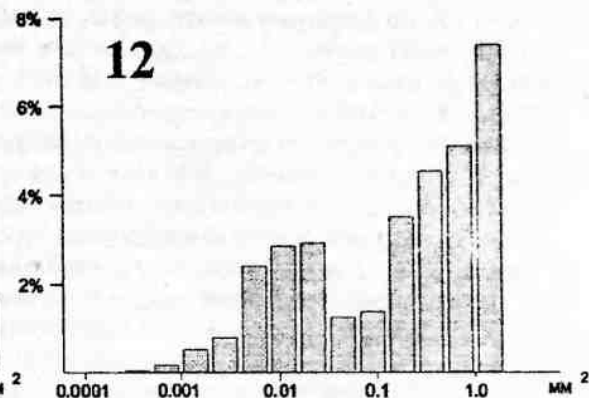
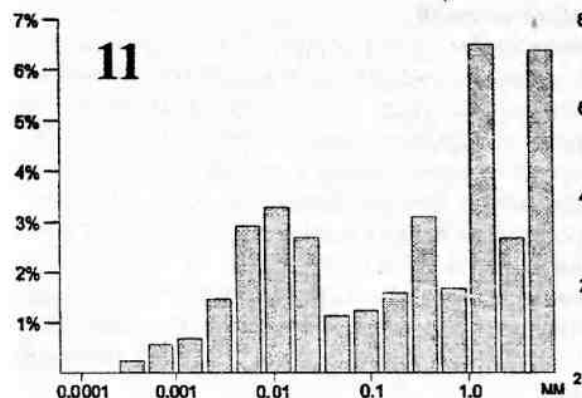
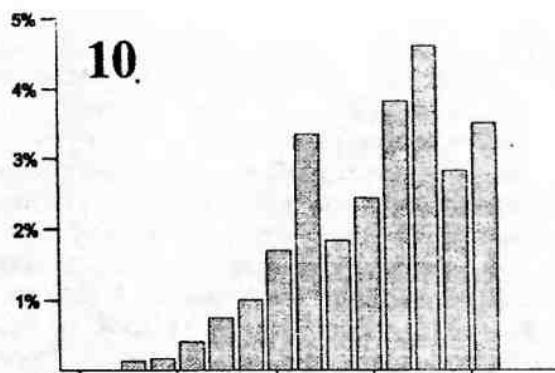
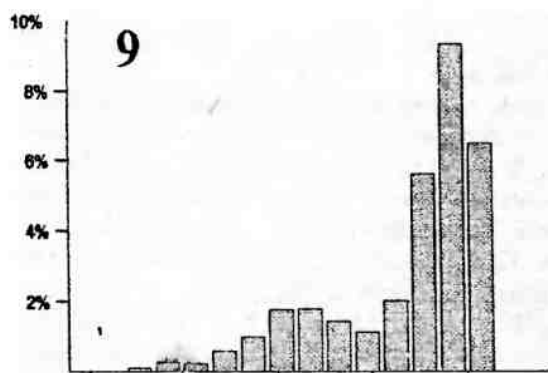
**КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОРФИРОВЫХ И
СЕРИЙНО-ПОРФИРОВЫХ СТРУКТУР ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД
(НА ПРИМЕРЕ АНДЕЗИТОВ В. БЕЗЫМЯННОГО)**

При исследовании раскристаллизованности пород исторических извержений вулкана Безымянного [1, 4] установлено, что в ходе исторических извержений вулкана происходит поstepенная эволюция структуры пород. При этом складывается впечатление, что в процессе кристаллизации имеющиеся в породе субфенокристаллы достигают раз-



Гистограммы распределения площадей сечений минералов в серийно-порфировых структурах пород Безымянного.

По оси абсцисс в логарифмическом масштабе отложена площадь сечений (мм^2), по оси ординат - их содержание в шлифе. 1 - плагиоклаз 36,8%, шлиф 6-83, площадь замера 88,1 мм^2 , двупироксеновый андезит; 2 - рудный 1,1%, шлиф 6-83, площадь замера 88,1 мм^2 , двупироксеновый андезит; 3 - пироксен 7,7%, шлиф 6-83, площадь замера 88,1 мм^2 , двупироксеновый андезит; 4 - плагиоклаз 22,7%, шлиф 2а-83, площадь замера 62,7 мм^2 , двупироксеновый андезит; 5 - плагиоклаз 26,2%, шлиф 4а-82, площадь замера 88,4 мм^2 , гиперстеновый андезит; 6 - плагиоклаз 32,4%, шлиф 4б-82, площадь замера 112 мм^2 , гиперстеновый андезит; 7 - плагиоклаз 26,2%, шлиф 4б-83, площадь замера 53,5 мм^2 , двупироксеновый андезит; 8 - плагиоклаз 29,7%, шлиф 7б-83, площадь замера 167,2 мм^2 , роговообманковый андезит; 9 - плагиоклаз 31,7%, шлиф 8а-83, площадь замера 95,7 мм^2 , двупироксеновый андезит; 10 - плагиоклаз 26,2%, шлиф 9е-83, площадь замера 70,9 мм^2 , гиперстеновый андезит; 11 - плагиоклаз 36,1%, шлиф Б-7710, площадь замера 100,3 мм^2 , двупироксеновый андезит; 12 - плагиоклаз 32,7%, шлиф J-4088, площадь замера 87,1 мм^2 , двупироксеновый андезит.



Окончание рисунка

меров фенокристаллов и отождествляются с последними. Микролиты, дорастая, становятся субфенокристаллами, а увеличивающиеся в размерах кристаллиты становятся микролитами. Однако при всех этих плавных переходах сохранялись диагностируемые на качественном уровне разрывы в распределении минеральной фазы по размерам, что, по сути, соответствует неравномерностям в образовании центров кристаллизации с течением времени.

В свете вышесказанного интересные результаты дает применение количественного анализа к изучению распределений площади сечений по размерам внутри одной и той же минеральной фазы. Считается, что возможности количественно-минералогического анализа в этом плане ограничены. В частности, один из основоположников количественно-минералогического анализа Ф. Чейз [8] по результатам изучения гранитов считал, что применение этого метода для изучения распределения кристаллов внутри каждой из минеральных фаз ограничено значительным развитием скелетных форм роста кристаллов в изучавшихся породах. Для лав Безымянного это возражение снимается, так как минеральные фазы имеют, как правило, четко выраженную кристаллическую форму.

Для обоснования еще одного возражения против применения количественного анализа в исследованиях серийно-порфировых и порфировых структур А. Ритман [7] приводит следующий пример. Пусть имеется ящик, заполненный шарами одинакового размера. Если этот ящик расщепить плоскостью произвольной ориентировки, то в полученном сечении можно встретить круги любой площади от нуля до максимально возможного сечения шаров. Нам представляется, что это возражение не является серьезным препятствием для построения количественных распределений встречаемости сечений различного размера внутри одной и той же минеральной фазы. Нетрудно показать, что в действительности для примера А. Ритмана появление в плоскости сечения кругов произвольного размера будет далеко не равновероятно. В частности, математическое ожидание этого распределения сечений по площади будет равно $2/3$ от максимального значения площади. Однако наиболее отчетливо эта генерация шаров будет диагностироваться при использовании логарифмического масштаба. Расчеты показывают, что суммарная площадь сечений размером от $S_{\max}$ до $S_{\max}/2$ составит 88,4 % от общей площади всех сечений, от

$S_{\max}/2$ до $S_{\max}/4$ - 9,0 %, от $S_{\max}/4$ до $S_{\max}/8$ - 2,0 %, от $S_{\max}/8$ до $S_{\max}/16$ - 0,5 % и так далее с быстрым падением практически до 0.

Более того, мы можем даже усложнить пример А. Ритмана, смоделировав стабильность условий кристаллизации, т. е. постоянство скоростей образования центров кристаллизации и последующего роста кристаллов. В этом случае ящик с равной плотностью вероятности заполнится шарами произвольного размера от $S_{\max}$ до 0. Расчеты показывают, что и в этом случае в логарифмическом масштабе возникает хотя и более пологое, но монотонно убывающее распределение. Суммарная площадь сечений с размером от $S_{\max}$ до $S_{\max}/2$ составит 46,7 % от их общей площади, от $S_{\max}/2$ до $S_{\max}/4$ - 31,0 %, от $S_{\max}/4$ до $S_{\max}/8$ - 13,0 %, от $S_{\max}/8$ до $S_{\max}/16$ - 5,4 % и так далее. Таким образом, для снятия возражения А. Ритмана при построении количественных распределений рассматриваемой минеральной фазы достаточно использовать логарифмический масштаб по размерным интервалам площади сечений.

В конечном счете, нам представляется возможным утверждать, что генерации выпуклых многогранников, которыми в подавляющем большинстве и являются реальные кристаллы в породах Безымянного, способны давать лишь монотонно убывающие (с уменьшением размера) распределения суммарной площади сечений рассматриваемой минеральной фазы по размеру. Наличие в реальных распределениях чередующихся точек перегиба и, тем более, нескольких максимумов может свидетельствовать лишь о неравномерностях в самом кристаллизационном процессе, т.е. об изменениях в скорости роста кристаллов и (или) в скорости образования центров кристаллизации. Тем самым является возможность, с одной стороны, перевода описаний порфировых и серийно-порфировых структур с субъективного качественного на объективный количественный уровень, а с другой - получения новой информации, позволяющей пролить дополнительный свет на проблемы генезиса вулканических пород.

Результаты применения количественно-минералогического анализа к изучению распределения площади сечений по размерам внутри одной и той же минеральной фазы приведены на рисунке. Как можно видеть, в логарифмическом масштабе в распределениях четко прослеживаются от двух до четырех крупных максимумов. Причем наличие нескольких максимумов устанавливается одновременно для всех присутствующих породообразующих минералов. Во многих случаях в распределениях прослеживаются неоднородности второго порядка в виде чередующихся точек перегиба и менее выраженных и более близко расположенных максимумов. Различия между порфировыми и серийно-порфировыми структурами с точки зрения количественно-минералогического анализа оказываются весьма условными. По сути, для пород Безымянного они сводятся лишь к увеличению дистанции между крупными максимумами в распределениях площадей сечений по размеру внутри одной и той минеральной фазы.

При изучении минерального состава исторических извержений Безымянного неоднократно [2-4, 6] подчеркивалась его связь с состоянием летучих компонентов и, как следствие, с режимом самих извержений. В частности, считается [5], что последовательное излияние рогообманковых, роговообманково-пироксеновых и двупироксеновых андезитов в течение одного извержения отражает возрастание температуры и снижение концентрации воды в магме с глубиной в ходе ее кристаллизации до извержения. При этом отмечается [3] определенное подобие процессов кристаллизации расплавов в ходе одного извержения и всего эруптивного цикла. Однако связь состояния летучих с минеральным составом рассматривается, как правило, через влияние общего содержания летучих на процессы кристаллизации.

По нашему мнению, эти представления необходимо дополнить с учетом высокой изменчивости внутриматрического давления. Сам факт извержений свидетельствует, что это давление далеко не всегда соответствует литостатическому. В ходе сильных извержений происходит резкий сброс давления, тогда как в разделяющие извержения периоды покоя - его постепенное нарастание. Именно эта изменчивость внутриматрического давления благодаря наличию потенциального барьера на образование центров кристаллизации, скорее всего, является причиной формирования серийно-порфировых структур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богоявленская Г.Е., Кирсанов И.Т.* Двадцать пять лет вулканической активности вулкана Безымянного // Вулканология и сейсмология. 1981. №2. С.3-13.
2. *Дубик Ю.М., Меняйлов И.А.* Новый этап эруптивной деятельности вулкана Безымянного // Вулканы и извержения. М.: Наука. 1969. С.38-77.
3. *Дубик Ю.М., Волюнец О.Н.* Влияние характера эруптивного процесса на кристаллизацию плагиоклаза // Бюл. вулканол. ст. №48. М:Наука, 1972. С.64-70.
4. *Ермаков В.А.* О характере дифференциации магм вулканов // Бюл. вулканол. ст. №50. М:Наука, 1974. С.19-31.
5. *Иванов Б.В., Кадик А.А., Максимов А.П.* Физико-химическая эволюция андезитовых расплавов и генезис андезитов. Ч. I // Вулканология и сейсмология. 1981. №3. С.29-40.
6. *Кадик А.А., Максимов А.П., Иванов А.П.* Физико-химические условия кристаллизации и генезис андезитов. М: Наука, 1986. 158 с.
7. *Ритман А.* Вулканы и их деятельность. М: Мир, 1964. 437 с.
8. *Чейз Ф.* Количественно-минералогический анализ под микроскопом. М.: Изд-во иностр. лит., 1963. 154 с.