

PETROLOGICAL CONSTRAINTS ON THE MECHANISMS OF CATASTROPHIC EXPLOSIVE ERUPTIONS OF ANDESITIC AND ACID MAGMAS

A P. Maximov

Institute of Volcanology and Seismology FED RAS (Petropavlovsk-Kamchatsky)

maximov@kscnet.ru

There were about ten catastrophic explosive eruptions of andesitic and acid magmas during 20th century. These eruptions are characterized by large volumes of juvenile material (about 1 km³ and more) and their high intensity withdrawing ($n \times 10^5$ m³/s) at paroxysmal phase. We can recognize two main types among these eruptions: I – eruptions with unimodal rock composition (Santa-Maria, Bezymianny, Shiveluch, Sent-Helens) and II – with contrast rock compositions (Ksudach - Stubel, Katmai - Novarupta, Quizapu - Cerro-Azul, Pinatubo, Hadson). Eruptions of the first type just produce single-composition magma which undergoes slow composition evolution in time. Second type is characterized by simultaneous eruption of juvenile products with different compositions (two or three in the case of Katmai) with evident signs of mingling. These types are clearly distinguished by character of volcanic activity.

Formation of large-scale volcanic dome with following prolonged (years – many tens of years) extrusive activity is inherent for eruptions of the first group. Eruptions with contrast compositions of the products continue several hours or days. These eruptions cause no extrusive domes or they are very small.

We suppose that the above mentioned relationships result from different structures of the feeding zone of these volcanoes. Eruptions of the first group are caused by retrograde boiling of magma in a single chamber. Energy of the future eruption accumulates during cooling of magma and when volatile pressure in the chamber exceeds a particular critical pressure, it causes a paroxysmal explosion. Thereafter the velocity of ascending watersaturated magma gradually decreases resulting in large dome formations. Hornblende rocks are very inherent for given types of eruption, which indicates sufficiently deep position of magma chambers. Eruptions of the second type are consequences of influx of volatile saturated acid magma in a shallow chamber of more basic magma. In this case all the volume of very viscous acid magma pass rapidly through liquid basic chamber, reaches surfaces, violently degases there, and eruption finishes. This type is characterized by considerably large volumes of the products erupted at paroxysmal stage. Acid (or andesite) rocks play main role, and may comprise up to 95% and even more among eruption products. Hornblende rocks are also usual, but not ubiquitous.

We think that these constraints give direction for following study of mechanisms of catastrophic explosive eruptions and feeding systems of andesitic volcanoes. Presented scheme provides possibility for forecasting of temporal course of considered eruptions. So, the activity at Chaiten Volcano, that started in 2008, will apparently continue for many years.

ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ЭКСПЛОЗИВНЫХ ИЗВЕРЖЕНИЙ АНДЕЗИТОВЫХ И КИСЛЫХ МАГМ

А.П. Максимов

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,

Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: maximov@kscnet.ru

В XX столетии произошло около десяти катастрофических эксплозивных извержений андезитовых и более кислых магм. Эти извержения отличаются большими объемами ювенильного материала (около 1 км^3 и более) и высокой интенсивностью выноса вещества в пароксизмальную фазу (десятки-сотни тыс. $\text{м}^3/\text{с}$). Среди них можно выделить два основных типа: I - с одномодальным составом пород (Санта-Мария, Безымянный, Шивелуч, Сент-Хеленс) и II - с контрастными составами продуктов (Ксудач-Штюбель, Катмай-Новарупта, Квицапу-Сьерра-Ассуль, Пинатубо, Хадсон). При извержениях первого типа происходит поступление одной медленно эволюционирующей магмы. Второму типу свойственно сопряженное извержение ювенильных продуктов разного состава (двух или трех, в случае Катмая-Новарупты), с явными признаками смешения. Эти группы отчетливо различаются по характеру протекания вулканической активности.

Извержениям первой группы свойственно образование крупных вулканических куполов и последующая длительная экструзивная активность (годы-десятилетия). Извержения с контрастным составом продуктов длятся часы – дни. Экструзивные купола при этом либо не образуются, либо слабо выражены.

Объяснение указанных закономерностей видится в различном строении зон питания вулканов. Извержения первой группы вызываются поступлением магмы из одного очага. В очаге магма накапливает энергию для извержения за счет ретроградного кипения. При достижении давления выше критического наступает пароксизмальный взрыв с последующим снижением скорости поступления магмы. Медленное продвижение к поверхности водонасыщенной магмы и вызывает развитие мощных куполов. Для данных извержений весьма характерны роговообманковые породы, что указывает на достаточно глубокое положение очагов в коре.

Извержения второго типа вызваны внедрением насыщенной кислой магмы в вышерасположенный очаг более основного состава. В этом случае, порция вязкой кислой насыщенной летучими магмы быстро полностью проходит через жидкую основную, и извержение заканчивается. Для второго типа характерны значительно большие объемы продуктов, изверженных в пароксизмальную фазу. Главную роль среди них играют кислые составы, доля которых может превышать 95%. Роговообманковые породы также характерны, но не для всех извержений.

Представляется, что данная схема дает направление для дальнейшего анализа механизма катастрофических эксплозивных извержений и строения систем питания андезитовых вулканов. Она позволяет прогнозировать развитие рассмотренных типов извержений во времени. Так, начавшаяся в 2008 г. активность вулкана Чайтен, извергающего только риолиты, вероятно, будет продолжаться многие годы.