

Ф. В. СЫРОМЯТНИКОВ

НОВЫЙ АППАРАТ (ЭКЗОКЛАВ) ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛОВ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ И БОЛЬШОМ ДАВЛЕНИИ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 2 XI 1949)

Для синтеза минералов и изучения гидротермальных реакций широкое распространение получили автоклавы, т. е. такие герметически замкнутые стальные сосуды, в которых давление создается благодаря нагреванию находящейся внутри жидкости. Получение и измерение температур до 400° и давлений до 400 атм. в них не представляет особых затруднений. В последнее время наблюдаются попытки к повышению указанных пределов: температуры до $700-800^{\circ}$, и даже до 900° , а давления до $2000-2500$ атм. Если для измерения температуры условия почти не изменяются, то трудности измерения давления при этом возрастают настолько, что экспериментаторы отказываются от его измерения и прибегают к вычислениям по коэффициенту наполнения. Так как возможны

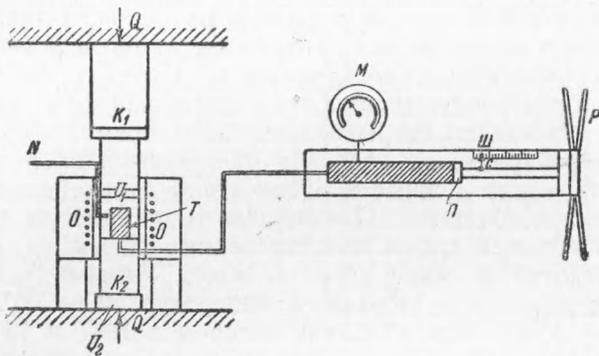


Рис. 1

утечки, то всегда остается неуверенность, что вычисленное давление реально существовало во время, эксперимента. Принципиальным недостатком автоклава является невозможность независимого изменения обоих параметров в процессе опыта. Между тем, изучение роли давления в процессах минералообразования требует устранения этого недостатка.

Еще в 1938 г. автор, учитывая малый коэффициент теплопроводности воды, пришел к мысли отдалить измерение давления от места нагревания. Это, в свою очередь, привело к идее одновременного измерения и регулирования давления со стороны. Первый вариант был осуществлен и испытан до войны. Поскольку давление создается не самопроизвольно, а извне, то аппарат был назван э к з о к л а в о м. В качестве рабочего сосуда был изготовлен из жароупорной нержавеющей стали пустотелый цилиндр (рис. 1, T) с обращенным сверху дном и карманом для ввода термопары. Этот цилиндр (трубка) зажимался в гидравлическом прессе между штоками K_1 и K_2 ; для уменьшения тепловых потерь были введены изоляционные прокладки U_1 и U_2 . С помощью стальных капилляров внутренний объем трубки был присоединен снизу к гидравлическому прессу, снабженному манометром M и штурвалом P. Варьируя положение

поршня *П*, можно изменить общий объем жидкости (в данном случае воды), что обуславливает изменение давления как в прессе, так и в рабочем объеме, регистрируемое манометром *М*. С помощью нихромовой печи *О* (удобна раскрывающаяся конструкция) в трубке экзоклава создавалась нужная температура. Шкала *Ш* и стрелка позволяли регистрировать положение поршня *П*. Последнее являлось не только удобным практически, так как позволяло отмечать крайние положения поршня, но создавало возможность при надлежащих условиях измерять объем жидкости.

При продолжении опытов после окончания войны выяснилось, что наличие обтюлятора в зоне нагрева и осевое сжатие трубки прессом являются недостатком первого варианта. В настоящее время автором проведены многочисленные эксперименты с экзоклавом, в котором указанные недостатки устранены. В нем можно работать часами при температуре 800° и давлении 1000 кг/см².

В текущем году начала работать новая конструкция, рассчитанная на давление в несколько тысяч атмосфер. Повышение давления и увеличение температуры обуславливают уменьшение рабочего объема. Легкость и простота сборки и разборки экзоклава представляют его преимущества. Применение этого прибора весьма разнообразно и сулит большие перспективы для развития экспериментальной геологии. В экзоклаве можно изучать гидротермальные реакции и метаморфизм минералов и горных пород. В нем можно исследовать влияние давления и температуры на явления плавления, полиморфизма, обезвоживания и гидратации минералов. Экзоклав позволяет изучать растворимость воды в расплаве минералов и горных пород, а также растворимость минералов в водяном паре. Последнее измерение нельзя провести в автоклаве и даже в капсулах Горансона. Поэтому так мало получено данных по растворимости минералов в флюидной фазе, в частности в водяном паре.

Экзоклав открывает широкие возможности для исследования при пиробарических условиях равновесных систем с летучими компонентами, такие нужные и важные для дальнейшего развития науки о полезных ископаемых. С помощью этого прибора автор провел и проводит в настоящее время многочисленные опыты по измерению растворимости некоторых минералов в воде. Удалось также восполнить пробел в *p*-диаграмме воды для температур 500—700°.

Уже после того, как автором в 1947 и 1948 гг. результаты этих исследований, проведенных на усовершенствованном экзоклаве, были доложены научным работникам АН СССР, ему стала известна работа Туттл (1) по изучению гидротермальных реакций в системе $K_2O - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O$ в аппарате, построенном аналогично экзоклаву первого варианта (рис. 1). Вместо ручного пресса им был применен жидкостный компрессор с автоматической регулировкой давления, служивший для компенсации утечки. Вышеуказанные недостатки первого варианта присущи и этому прибору.

Поступило
15 X 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ O. F. Tuttle, Am. Journ. Sci., 246, 628 (1948).