

ЯЧЕЙКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ГОРНЫХ ПОРОД ПОД СКАНИРУЮЩИМ ЭЛЕКТРОННЫМ МИКРОСКОПОМ (СЭМ) ПРИ $T < 600^{\circ}\text{C}$ И $P < 100$ МПа

Витовтова В.М.¹, Романенко И.М.¹, Шмонов В.М.¹, Жариков А.В.²

¹Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка, Московская обл., 142432, Россия;
e-mail: vitovt@iem.ac.ru

²Институт геологии рудных месторождений РАН, Старомонетный 35, Москва, 119017, Россия;
e-mail: vil@igem.ru

Ключевые слова: сканирующий электронный микроскоп, структура пород, высокие давления – высокие температуры

Трудности интерпретации экспериментальных результатов о проницаемости пород при высоких температурах и давлениях стимулировали развитие научных исследований по наблюдению за поведением образцов *in situ* в СЭМ. В настоящем исследовании мы представляем конструкцию нашей экспериментальной ячейки и описываем принцип расчета проницаемости по распределению размеров трещин по ширине и длине.

Ячейка представленная здесь сконструирована для наблюдения поверхности образца в вакууме сканирующего электронного микроскопа «Tesla» при давлениях до 100 МПа и температурах до 600°C . Винт-камера и гайка сделаны из нержавеющей стали и уплотняются линзой, образуя таким образом сосуд высокого давления. Цилиндрический образец диаметром 4.6 мм и длиной 5.2 мм помещен в золотую капсулу, концы которой завальцованы на поверхность образца. Для создания давления на золотую трубку образца, используется вода которая подается по капилляру. Все материалы из которых изготовлена ячейка немагнитны.

В ячейке используется нагревательная спираль из никель-хромовой проволоки диаметром 0.3 мм, которая имеет сопротивление около 60 ом. Собранный таким образом ячейка монтируется на подвижной каретке СЭМ и фиксируется винтом. Чтобы ввести провода и давление внутрь СЭМ, изготовлен специальный шлюз с 6 вакуумными электровводами и проходным капилляром. 4 мм капилляры ячейки и шлюза соединены петлей из тонкого капилляра (наружным диаметром 1 мм и внутренним диаметром 0.2 мм). Это позволяет перемещать ячейку внутри СЭМ. Давление в ячейке создается микропрессом объемом 1 см^3 и измеряется датчиком давления с точностью ± 0.5 МПа. Внешние терминалы шлюза соединены через универсальный источник напряжения с термopарами, датчиком давления и милливольтметром. Мощность потребляемая электропечью не превышает 100 ватт.

Если требовали условия опыта, одна сторона образца полировалась и напылялась графитом. Перед экспериментом, поверхность образца анализировалась на микрозонде на минеральный состав.

После тщательной проверки, ячейка монтировалась в СЭМ. Затем повышали температуру образца подачей напряжения на печь. Чтобы избежать растрескивания минералов из-за термического стресса, скорость повышения температуры составляла $2\text{--}3^{\circ}\text{C}/\text{мин}$. Поверхность образца фотографируется при постоянной температуре. Для того, чтобы сделать фотографию поверхности образца площадью $0.7\text{--}0.8\text{ см}^2$ при увеличении $200\times$, требуется 30-35 кадров. Отдельные интересные фрагменты фотографируются отдельно при больших увеличениях.

Обработка фотографического материала состоит в монтаже мозаики микрофотографий поля образца, картирования сети микротрещин и изменения их ширины и длины. Существует несколько способов определения проницаемости пород используя сетевые модели. Все способы используют аналогию между законами Ома и Кирхгоффа с одной стороны и законом Дарси и общими законами гидродинамики с другой. Такая процедура позволяет определить параметры флюидного потока по электрическому аналогу.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ - по грантам 03-05-64153а и 02-05-64906, а также при поддержке гранта Научные школы - 00-15-98504.

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(21) 2003

Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2003 года (ЕСЭМПГ-2003)

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2003/informbul-1/term-12.pdf

Опубликовано 15 июля 2003 г.

© Отделение наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2003

При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала, ссылка на "Вестник Отделения наук о Земле РАН" обязательна