

*Министерство общего и профессионального образования
Российской Федерации*

Томский государственный университет

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Материалы Международного семинара
и Республиканской школы молодых ученых

Томск, 31 марта – 4 апреля 1999 года

STRUCTURAL ANALYSIS IN GEOLOGICAL RESEARCH

Reports from International science meeting
and Republic School of young scientists

Tomsk, March 31 - April 4, 1999

Tomsk 1999

Изменение режима деформаций эклогитов Марункеусского комплекса (Полярный Урал) по данным петроструктурного анализа омфациита

П.А.ТИШИН

Томский госуниверситет, Томск, Россия

Формирование эклогитов на больших глубинах, вблизи границы “кора-мантия” и последующее тектоническое выдвигание их к поверхности Земли, предусматривает длительную деформационную эволюцию данных пород. Это послужило широкому применению методов петроструктурного анализа при исследовании высокобарических ассоциаций (Van Roermond, 1984; Baundy et al, 1990 и др.). В настоящей работе приводятся результаты петроструктурного анализа эклогитов Марункеусского комплекса (Полярный Урал).

Ранее было показано, что становление макроструктур марункеусского комплекса проходило в два этапа. Первый – сопряжен с прогрессивной стадией метаморфизма эклогитов и фиксируется системой асимметричных складок надвигового типа. Второй – связан с аплитом высокобарических пород и сопровождался образованием чешуйчато-блоковой структуры в условиях инверсии динамического режима от чистого сдвига к простому (Тишин, Чернышов, 1998). Становление данных структур сопровождалось прогрессивным динамометаморфизмом эклогитов, выраженном в дезинтеграции первичных гранобластовых микроструктур с последовательным образованием мезокластового, порфирокластового и параллельного (лейстового) агрегатов.

Петроструктурным анализом омфациита в эклогитах с разной степенью проявления динамометаморфизма установлено, что начальные стадии деформаций эклогитов фиксируются формированием петроструктуры *мезокластового типа*. Породы с такими структурами приурочены к слабдеформированным крыльям флексурных и коробчатых складок Fm_2 . В мезокластовых эклогитах устанавливается три морфологических типа зерен омфациита, которые представлены крупными напряженными индивидами, субзерновыми агрегатами и полисинтетическими двойниками. Разнообразие зерен омфациита определяет три типа его петроструктур, контролируемые двумя системами кливажа и линейностью в трех направлениях (рис. 1, обр. МК-м/1). Первый – отражает ориентировку напряженных зерен и унаследует узор гранобластовых эклогитов. Он характеризуется ортогональным расположением главных кристаллографических осей, при этом [001] и концентрируются вдоль линейности L_1 , а [010] ориентируются нормально к первичной полосчатости S_1 .

Второй тип петроструктуры фиксирует ориентировку индивидов субзерновых доменов. При этом оси [001] дают сильный максимум параллельный линейности L_2 , расположенной на пересечении плоскостей

S_1 и S_2 , а оси [010] концентрируются нормально к S_1 . Изучение субзерновых доменов по методике А.И.Родыгина (1996) позволили установить, что в пределах одного домена границы субзерен совпадают с плоскостями (010) и {110}, реже с (100), а оси вращения фиксируют широкий спектр направлений с незначительным преобладанием [001] и [110]. Данные факты указывают на синхронное проявление процессов “родственно не избирательного” трансляционного скольжения, с ведущей ролью систем $1/2 \langle 110 \rangle \{110\}$ и [001] {110}, и полигонизации с образованием субзерновых структур. Эти механизмы были реализованы при экспериментальной деформации сухого диопсида в условиях высоких давлений (10-15 кбар) и температур ($>900^\circ$) при низких скоростях напряжений $\dot{\epsilon} = 10^{-6}$ сек $^{-1}$ и стрессе 7 кбар (Ave Lallement, 1978).

Третий тип петроструктуры контролируется субмеридианальным кливажом S_2 и пологопогружающейся линейностью. Данный узор характеризуется концентрацией осей [010] нормально системе S_2 , [001] – вдоль L_2 и [100] в два симметричных максимума в плоскости кливажа (S_2 ориентированные под углом 74° к линейности (L_2). Подобная петроструктура отражает ориентировку двойниковых агрегатов омфациита и формируется при изотермическом увеличении скорости деформаций от $\dot{\epsilon} = 10^{-6}$ сек $^{-1}$ до $\dot{\epsilon} = 10^{-3}$ сек $^{-1}$ в условиях чистого сдвига (Kolle, Blacic, 1982).

Дальнейшие динамометаморфические преобразования эклогитов выражаются в перестройке мезокластового агрегата зерен в *порфирокластовый* в зонах изоклинальной складчатости Fm_2 . Петроструктура омфациита в порфирокластовых эклогитах контролируется двумя системами кливажа, и тремя направлениями линейности (рис. 1, обр. МК-7/12), при этом полученный сложный узор раскладывается на три типа ориентировки. Первый – унаследует от гранобластовой и отражает пространственную позицию порфирокласт со следами растворения под давлением. Ориентировка последних характеризуется максимумом [010] нормально полосчатости S_1 и соответствующим поясовым распределением [001] и [100], с локальной концентрацией третьей кристаллографической оси вблизи L_1 .

Второй тип петроструктуры фиксируют полигональные необласты омфациита. В них устанавливается ортогональное положение основных кристаллографических направлений, при этом [001] – ложатся вдоль линейности пересечения систем S_1 и S_2 - L_2 , а [010] концентрируются нормально S_1 . Данный узор возникает в результате распада субзерновых доменов по-

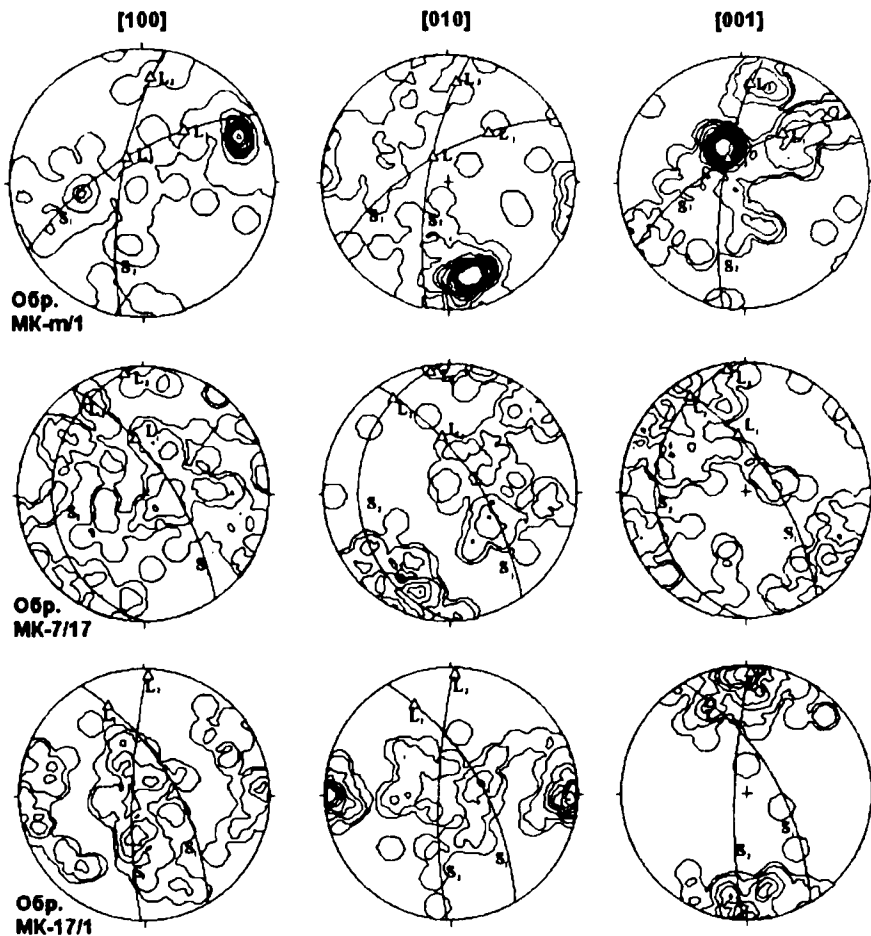


Рис. 1. Диаграммы ориентировки основных кристаллографических осей омфацита из деформированных эклогитов марокеусского комплекса.

Сплошные линии – плоскости сланцеватости, треугольник – минеральная линейность. Изолинии проведены 1-2-4-6-8-10-12-14-16-18-20->20 % на 1% сетки Шмидта. Проекция на верхнюю полусферу. Диаграммы построены по 100 замерам.

средством зернового вращения в условиях сочетания режимов простого и чистого сдвига (Dury, Ugai, 1990).

Третий тип петроструктуры устанавливается для необласт столбчатой формы. Ориентировка которых характеризуется концентрацией [001] параллельно субгоризонтальной линейности L_1 и [010] вдоль полюса S_2 . Такой узор возникает при пластическом течении под контролем трансляционного скольжения по системе [001](010). Реализация последней при давлении около 15 кбар возможна в условиях высоких скоростей деформации ($3 \cdot 10^{-5}$ сек $^{-1}$) (Ave Lallement, 1978).

Завершающие стадии синтетектонических преобразований микроструктур эклогитов установлены в субмеридианальных зонах ламинарного течения, и отмечены формированием *параллельных (лейстовых) агрегатов*. В этих породах устанавливается две генерации зерен омфацита. Первая объединяет изометричные ксеноморфные зерна, со следами растворения под давлением, а вторая – игольчатые, идиоморфные индивиды вытянутые вдоль [001].

Петроструктурный анализ омфацита позволил выявить их различную ориентировку отвечающую ста-

дийности структурообразования (рис. 1, обр. МК-17/1). Так петроструктура ксеноморфных зерен контролируется системой S_1 , для них характерно наличие максимума осей [100] вблизи полюса S_1 . При этом оси [001] и [010] рассеиваются вдоль S_1 , концентрируясь соответственно вдоль линейности L_1 и нормально к ней. Подобная ориентировка соответствует синтетектонической рекристаллизации клинопироксена под контролем трансляционного скольжения по системе [001](100) в режиме низких скоростей деформаций $\epsilon = 10^{-5}$ сек $^{-1}$ и температур 800°-900°С (Ave Lallement, 1978).

Для вытянутых идиоморфных зерен отмечается два типа ориентировки различающиеся между собой положением осей [010] и [100]. Наиболее ранняя петроструктура установлена для омфацита с концентрацией осей [010] нормально S_2 и двумя максимумами [100] в плоскости S_2 симметрично расположенными относительно линейности L_2 под углом 75°. Подобная ориентировка формируется в результате двойникового скольжения по системе [001](100) и последующего растворения-переотложения омфацита в условиях простого сдвига.

Дальнейшее развитие предпочтительной ориентировки омфацита лейстового типа фиксируется малоугловым поясом [100] с центром совпадающим с полюсом S_2 , и максимумом [010] в плоскости S_2 перпендикулярно линейности L_2 . Такой узор фиксирует пластическое течение, определяемое трансляционным скольжением по системе [001](100), в условиях низких температур (600°C) и высоких скоростей деформации ($\dot{\epsilon} = 10^{-2}$ сек⁻¹) (Ave Lallement, 1978).

Таким образом развитие динамокластических преобразований эклогитов выражается в последовательной смене механизмов деформации омфацита: трансляционное скольжение + полигонизация → течение в высокотемпературном криппе ± двойникование → синтетктическая рекристаллизация ± растворение под давлением. Данные процессы протекают в условиях инверсии динамического режима от чистого сдвига к простому.

Изучение P-T параметров структурообразования эклогитов, проведенное с помощью грант-клинопироксеновой термобарометрии (Ellis, Green, 1979; Holland, 1980) показало, что термодинамические условия формирования мезокластовых агрегатов соответствуют колебаниям давления в интервале 17,8 -18,5 кбар и температур - 760-730°C. Развитие порфирокластовых структур осуществляется при P - 16-17 кбар и T - 710-660°C. Параметры же становления лейстовых (параллельных) агрегатов ограничиваются пределами давлений 12,5-13,5 кбар и температур 520-570°C.

Резюмируя вышеизложенное, можно утверждать, что возрастание степени деформации эклогитов протекает на фоне понижения давления и температур. Последовательность изменения механизмов дислокации омфацита свидетельствуют о поступательном увеличении скорости деформации, и как следствие тектонического потока, на два-три порядка. Прогрессирующая скорость аплифта высокобарических ассоциаций, вероятнее всего, обусловлена не увеличением стрессо-

вой нагрузки, а инверсией динамического режима, фиксируемой возрастающей ролью простого сдвига.

Литература

Родыгин А.И. К методике определения систем скольжения в пластически деформированных оливинах// Динамометаморфизм переструктурная эволюция пород мафит-ультрамафитовой ассоциации.- Томск, 1996, С.-12-17.

Тишин П.А., Чернышов А.И. Особенности внутреннего строения марункеусского эклогит-амфиболит-гнейсового комплекса (Полярный Урал)// Проблемы петрологии и минерогении мафит-ультрамафитовых комплексов Сибири.- Томск 1998. С.-157-168.

Ave Lallement H.G. Experimental deformation of diopside and websterite// Tectonophysics, 1978.- Vol.48.- P. 1-27

Boundy T.M., Eountain D.M., Austzheim H. Structural development and petrofabrics of eclogite facies shear zone, Bergen Arcs, Western Norway//J. Mtamorph. Geol.- 1992.- Vol.10.- P.127-146.

Drury M.R., Urai J.L. Deformation-related recrystallisation processes// Tectonophysics, 1990.- Vol.172.- P. 235-253.

Ellis D.J., Green D.H. An experimental study of the effect of Ca upon garnet-clinopyroxene Fe-Mg exchange equilibria//Con. Miner. and Petrol.- 1979.-V.71.

Holland T.G.B. The reaction albite - jadeite + quartz determined experimentally in the range 600-1200°C// Amer. Mineral.- 1980.- Vol.65.- P.129-134.

Kolle J.J., Blacic J.D. 1982. Deformation of single crystal clinopyroxenes: 1. Mechanical twinning in diopside and hedenbergite// J. Geophys. Res., 1982.- Vol.88.- P.4019-4034.

Van Roermund H.L.M. 1983 Petrofabrics and microstructures of omphacites in a high temperature eclogites from the Swedish Caledonides// Bull. Mineral., 1984.-Vol.106.- P.709-713.

Evolution of deformation regime of eclogites from Marun-Keu complex (Polar Ural) on the basis of the omphacite fabric

P.A. TISHIN

Tomsk State University, Tomsk, Russia

This paper investigates the deformational fabrics of omphacite in eclogites of Marun-Keu complex. The evolution of recrystallisation mechanism in omphacite is established according flow scheme: translation slip - polygonization - sub-grane rotation - intergranular slip - twinning - pressure solution. This evolution accomponed with the deformation regime that changed from simple to single shear. Author suggest, a rise of strain rate and decrease of P-T values during the omphacite recrystallisation.