

*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

Петроструктурная эволюция пород ультрамафит-мафитового комплекса Яйской офиолитовой ассоциации (Томская область)

А.И. ЧЕРНЫШОВ, Ю.В. УТКИН

Томский государственный университет, Россия

Яйский горст, являющийся северным продолжением структур Кузнецкого Алатау, характеризуется широким развитием рифейско-нижнекембрийского ультрамафит-мафитового магматизма. В составе блока отмечается тесная пространственная и структурная сопряженность андезибазальтов и дацитов единисской свиты, интрузий ультрамафитов, габброидов, даек микрогабброидиоритов и микроплагиогранитов. Геологическое положение, близость петрографического состава отдельных пород, закономерное изменение петрохимических, геохимических характеристик выявленных породных ассоциаций, позволяют объединить их в единый Яйский офиолитовый комплекс, являющийся северным продолжением офиолитов Кузнецкого Алатау (Уткин, Чернышов, 1998). Ниже приводятся результаты петроструктурного анализа пород ультрамафитового и габброидного комплексов Яйской офиолитовой ассоциации. Петроструктурные исследования проводились в образцах зерна, отобранных на разных глубинах из вертикальных скважин. Полученные микроструктурные диаграммы оливина, роговой обманки и кварца приведены к горизонтальной плоскости с центром, соответствующим оси зерна. Такие исследования в Томской области ранее не проводились и представляют несомненный интерес.

Ультрамафиты

Петроструктурному исследованию подвергались гарцбургиты из Больше-Жировского массива с целью выявления связи оптической ориентировки оливина с элементами их внутренней деформационной структуры массива – минеральной уплотненностью и линейностью.

По характеру микроструктуры оливина гарцбургиты относятся к порфинокластому типу, имеющего преимущественное распространение в ультрамафитовых массивах из офиолитовых комплексов. Значительная степень серпентинизации пород не позволяет установить количественные соотношения и структурные взаимоотношения между крупными и мелкими зернами оливина.

Оливин

Петроструктурный анализ гетерогранокластового агрегата зерен оливина позволил установить предпочтительную оптическую ориентировку их кристаллооптических осей (рис. 1А, обр. Т-57-155). Оси Ng образуют сильный максимум (12 %), совмещенный с минеральной линейностью L_1 . Этот максимум имеет тенденцию растягиваться в пояс в плоскости минеральной

уплотненности. Оси Nm и Np концентрируют в совмещенные пояса, перпендикулярно максимуму осей Ng. В поясах отмечаются локальные максимумы, при этом наиболее сильный максимум Nm (6 %) лежит в плоскости минеральной уплотненности, а максимум Np (10 %) располагается субнормально к ней. Незначительная часть осей Nm обособляется в слабый максимум, пространственно совпадающий с максимумом Ng.

Детальный анализ петроструктуры порфинокластового оливина свидетельствует о её образовании в две стадии. В первую стадию пластические деформации реализовались механизмом трансляционного скольжения, главным образом, по системе {OKL}[100] и, меньше, по (110)[001]. Согласно экспериментальным данным такое высокотемпературное трансляционное скольжение осуществляется в режиме температур ~900 С, низком стрессе 10-20 МПа и осевой деформации, характерных для условий верхней мантии (Boudier, Nicolas, 1980; Nicolas, Boudier, Boullier, 1973).

В последующую стадию соосной деформаций в режиме возрастающих напряжений (до 100 МПа), отражающих перемещение ультрамафитов в верхние горизонты земной коры, оливин в гарцбургитах претерпел синтетектоническую рекристаллизацию под контролем трансляционного скольжения. При этом оси Np рекристаллизованных зерен стремятся ориентироваться вдоль направления сжатия σ_1 , а оси Ng и Nm концентрируются в пояс в плоскости минеральной уплотненности с повышенной концентрацией осей Ng вблизи минеральной линейности (Carter, 1976).

Таким образом, петроструктурный узор оливина в гарцбургитах отражает термодинамические условия эволюции ультрамафитов на уровнях верхняя мантия – земная кора.

Габброиды

Изученные габброиды претерпели значительную амфиболитизацию и представлены окварцованными метагаббро и габбро-амфиболитами, признаки пластических деформаций в которых фиксируются отчетливо выраженной вертикальной минеральной уплотненностью и субгоризонтальной линейностью. Под микроскопом породы обнаруживают порфинокластовую либо мозаичную, гранобластовую микроструктуру.

Роговая обманка в метагаббро и габбро-амфиолитах обнаруживает два типа петроструктурных узоров.

Первый тип устанавливается в частично перекры-

сталлизованных метагаббро с порфиорокласовой микроструктурой. Порфиорокласы представлены крупными субизометричными зернами сосюритизированного плагиоклаза (разм. до 3 мм), которые погружены в мелкозернистый рекристаллизованный агрегат роговой обманки, плагиоклаза и кварца (разм. менее 1 мм) с предпочтительной ориентировкой удлиненных индивидов. Роговая обманка отличается строгой предпочтительной ориентировкой по форме и внутреннему строению (рис. 1Б, обр. Т-26-118). Оси Ng концентрируются в горизонтальный максимум (8%), расположенный в плоскости минеральной уплощенности и пространственно совмещается с линейностью. Оси Nm образуют два максимума концентрации. Наиболее сильный (8%) максимум соответствует [010], имеет вертикальное положение и растягивается в пояс нормально максимуму Ng. Второй слабый (2%) — совпадает с максимумом осей Ng. Оси Np концентрируются в наиболее сильный горизонтальный максимум (10%), ориентированный перпендикулярно к минеральной уплощенности. Этот максимум растягивается в вертикальный пояс нормально к максимуму Ng и вкрест простирания минеральной уплощенности.

Второй тип петроструктуры роговой обманки выявлен в габбро-амфиболитах, имеющих мозаичную микроструктуру, очевидно, являющихся конечным продуктом перекристаллизации интрузивных габброидов или корневых частей даек офиолитового комплекса. Этот тип также характеризуется строгим петроструктурным узором. Минеральная уплощенность имеет субвертикальное залегание относительно оси зерна, а горизонтальная линейность располагается нормально оси зерна. Оптическая ориентировка роговой обманки характеризуется симметричным узором относительно линейно-плоскостной ориентировки зерен минерала (рис. 1В, обр. Т-306-279). Оси Np образуют субизометричный горизонтальный максимум, в котором отчетливо выделяются два субмаксимума с высокой плотностью (10 и 12%). Эти субмаксимума располагаются симметрично по отношению нормали к плоскости минеральной уплощенности, с которой составляют угол 17°. Нормаль к плоскости минеральной уплощенности, очевидно, соответствует предпочтительной ориентировки [100]. Оси Ng и Nm концентрируются в субвертикальный пояс в плоскости минеральной уплощенности. При этом оси Nm концентрируются в сильный вертикальный максимум (10%), соответствующий [010]. Оси Ng формируют два горизонтальных субмаксимума, симметричных к $L \parallel [001]$, с которой составляют углы 17°.

Таким образом, соотношение выявленных типов петроструктурных узоров роговой обманки отражает степень и характер деформации габброидов. Для менее деформированных пород характерен первый тип, в котором существенная роль принадлежит Ng-максимуму $\parallel L$ в плоскости минеральной уплощенности и соответствующих ему поясов Nm и Np. Оптическая ориентировка роговой обманки этого типа является результатом метаморфических преобразований габ-

броидов в метагаббро. Аналогичный тип петроструктурного узора установлен в амфиболитах Западного Беломорья (Сыстра, 1978), формирование которого связывается с длительной кристаллизацией роговой обманки в условиях послыного движения по плоскости S_0 . При этом петроструктурный узор роговой обманки контролировался плоскостью пластического течения. При этом ответственным механизмом, очевидно, является синтетектоническая рекристаллизация с формированием максимума Np, перпендикулярно этой плоскости, а также максимумов осей $Ng \parallel L_0$ в этой плоскости.

Дальнейшее усложнение петроструктурного узора роговой обманки, очевидно, связано в последующими наложенными пластическими деформациями, осуществлявшимися трансляционным скольжением по системе (100)[001] в условиях послыно сдвиговых деформаций в плоскости S_0 , которое в экспериментальных условиях осуществляется при температуре 800° и низкой скорости деформации ($10^{-4}c^{-1}$) (Rodney, Riecker, 1973).

Петроструктурный узор роговой обманки второго типа, вероятно, является результатом дальнейшего прогрессивного метаморфизма, протекающего в условиях устойчивого, длительного, послыно сдвигового пластического течения вещества в стабильном поле напряжения и режиме высоких температур, низкой скорости и сдвиговых деформации. Оптическая ориентировка роговой обманки на этом этапе реализовалась, главным образом, механизмом трансляционного скольжения по (100)[001] и определялась полем внешнего напряжения. Плоскость скольжения (100) предпочтительно ориентировалась вдоль минеральной уплощенности, а направление скольжения контролировалось направлением пластического течения. В результате сформировались двойные максимумы Ng и Np, симметрично расположенные относительно [001] и [100]. При этом $[100] \parallel \sigma_1$, $[010] \parallel \max Nm \parallel \sigma_2$, $[100] \parallel L \parallel \sigma_1$.

Аналогичные типы петроструктурных узоров роговой обманки установлены нами в метагаббровых амфиболитах из южного экзоконтакта ультрамафитового массива Рай-Из (Полярный Урал) (Строение..., 1990).

Кварц

Петроструктурный узор кварца в метагаббро характеризуется концентрацией оптических осей в вертикальный пояс, нормальный к плоскости минеральной уплощенности (рис. 1Г, обр. Т-26-118). В поясе отмечаются локальные максимумы. Два из них (4 и 6%) располагаются симметрично под углом 25° по отношению нормали к плоскости уплощенности. Два других максимума (4-8%) симметричны по отношению к минеральной уплощенности и составляют с ней угол 35°. Выявленная петроструктура кварца является следствием трансформации механизмов трансляционного скольжения от низкотемпературных по базальной плоскости к высокотемпературным по призме в усло-

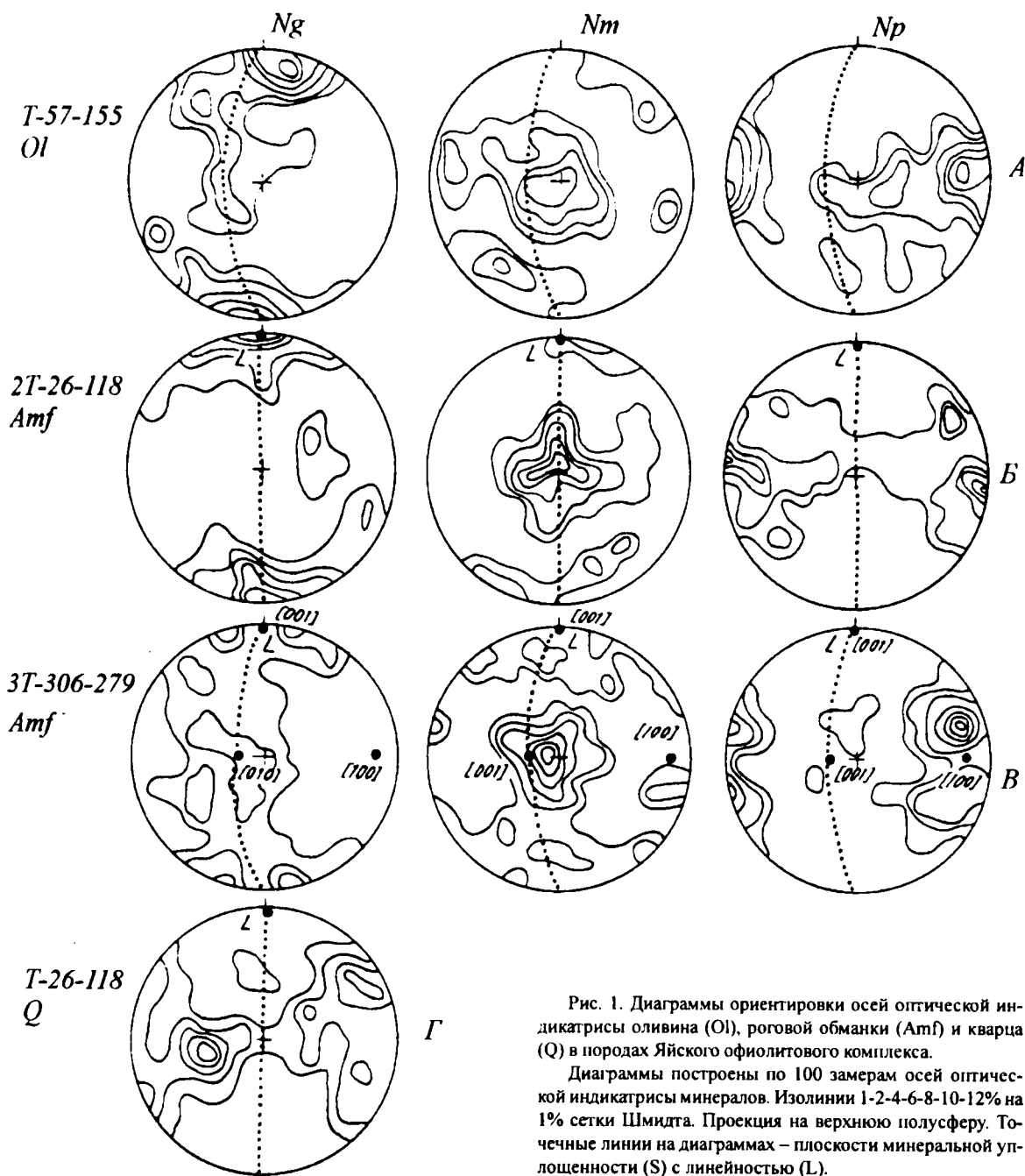


Рис. 1. Диаграммы ориентировки осей оптической индикатрисы оливина (Ol), роговой обманки (Amf) и кварца (Q) в породах Яйского офиолитового комплекса.

Диаграммы построены по 100 замерам осей оптической индикатрисы минералов. Изолинии 1-2-4-6-8-10-12% на 1% сетки Шмидта. Проекция на верхнюю полусферу. Точечные линии на диаграммах – плоскости минеральной уплотненности (S) с линейностью (L).

виях простого сдвига (Jessell, 1988). Подобные петроструктурные узоры кварца установлены в гнейсах Западного Беломорья, метаморфизованных до уровня амфиболитовой фации (Сыстра, 1978) и пользуются значительным распространением в породах обрамления ультрамафитовых массивов офиолитовых ассоциаций (Гончаренко, Чернышов, 1990; Гончаренко и др., 1993, 1994).

Петроструктурные узоры кварца и роговой обманки в метагаббро тесно связаны между собой, являются сингенетичными и отражают прогрессивный характер метаморфических преобразований габброидов.

Таким образом, результаты петроструктурного анализа минералов в ультрамафитах и габброидах отражают два этапа их формирования. Первый высокотемпературный этап установленный в ультрамафитах в ориентировке оливина, образованной трансляционным скольжением по систем $\{OKL\}[100]$, реализовался в глубинных мантийных условиях. Второй этап, относительно низкотемпературный, устанавливается как в ультрамафитах, так и габброидах и отражает их перемещение в верхние горизонты земной коры в режиме соосной деформаций и возрастающих напряжений (до 100 МПа). В ультрамафитах пластические деформа-

ции были обусловлены синтетектонической рекристаллизацией оливина. В габброидах они связаны с метаморфическим преобразованием габброидов в метагаббро и габбро-амфилолиты и их последующим пластическим течением, которое реализовалось трансляционным скольжением в роговой обманке и кварце. При этом пространственное расположение кристаллооптических осей N_p зерен оливина и роговой обманки и оптических осей кварца контролируется направлением сжатия σ_3 , а осей N_g – осью растяжения σ_1 .

Литература

Гончаренко А.И., Чернышов А.И. Деформационная структура и петрология нефритоносных гипербазитов. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1990. 200 с.

Гончаренко А.И., Чернышов А.И., Возная А.А. Офиолиты Западной Тувы. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1994. 125 с.

Гончаренко А.И., Чернышов А.И., Резниченко Л.Г. Структура, состав и петроструктурная эволюция пород зоны серпентинитового меланжа офиолитов Центрального Казахстана. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1993. 86 с.

Строение, эволюция и минералогия гипербазитового массива Рай-Из /Под ред. Пупкова В.Н., Штейнберга Д.С. Свердловск, 1990. 229 с.

Сыстра Ю.И. Структурная эволюция беломорид Западного Беломорья. Л.: Наука, 1978. 167 с.

Уткин Ю.В., Чернышов А.И. Яйский мафит-ультрамафитовый комплекс – фрагмент офиолитовой ассоциации Кузнецкого Алатау // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. Т. 3. Томск, 1998. С. 224-226.

Boudier P., Nicolas A. Stress and strain estimates In the Lanzo peridotite massif (Western Alps) // Association mafiques ultra-mafiques dans les orogenes. P.: CNRS, 1980. P. 221-228.

Carter N.L. Steady state flow of rocks // Rev. Geophys. and Space Physics. 1976, v. 14, № 3. P. 301-360.

Nicolas A., Boudier F., Boullier A.M. Mechanisms of flow in naturally and experimentally deformed peridotites // Amer. J. Sci., 1973, № 10. P. 853-876.

Roonney T.R., Riecker R.E. Experimental deformation of hornblende and amphibolite // AF Cambridge Res. Lab. Environ. Res. Pap. 1969. V. 299. P. 1-24.

Jessell M.W. Simulation of fabric development in recrystallizing aggregates // J. of Strukt. Geol. 1988. V. 10. № 8. P. 779-793.

Petrofabric evolution of rocks from the ultramafic-mafic complex of Yaisky ophiolitic association (Tomsk region)

A.I. CHERNISHOV, YU.V. UTKIN
Tomsk State University, Tomsk, Russia

The petrofabric data discovering in rock formed minerals is suggested a two stages of the Yaisky ophiolites formation. The first stage is displayed in a high-temperature slip fabric of olivines and related with a plastic flow of the peridotite matter in mantle. The second stage is established by low-middle temperature fabrics of olivine, amphibole and quartz in peridotites and gabbroides that demonstrated the transformation and emplacement of ophiolites in the crust.