

Л.А.КАРСТЕН, К.С.ИВАНОВ, В.Н.ПУЧКОВ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ И МЕТАМОРФИЗМЕ
МАКСЮТОВСКОГО ЭКЛОГИТ-ГЛАУКОФАНСЛАНЦЕВОГО КОМПЛЕКСА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Традиционное деление эклогитов на мантийные и коровые получило подтверждение на многочисленных объектах. Находки коэситов и алмазов в эклогит-глаукофансланцевых комплексах, где ранее была установлена коровая природа эклогитов, подняли вопрос об изофациальности (изобаричности) эклогитов и вмещающих их, как правило, метатерригенных пород. В литературе последних лет достаточно широко обсуждаются две модели образования коровых эклогитов. Первая модель ("foreign" эклогиты, по /19/) предполагает тектоническое внедрение высокобарических эклогитов в слабометаморфизованные породы (будины в меланже, олистолиты в древней или молодой олистостроме и др.) /1, 2, 5, 12, 16 и др./. Согласно второй модели ("in situ" эклогиты), высокобарический метаморфизм накладывается как на metabазиты, так и на вмещающие их породы вследствие коллизионных либо субдукционных процессов /9, 11, 17, 19 и др./. Минеральные парагенезисы, свидетельствующие об изобаричности пород, могут быть близкими или различными и отражают прежде всего химический состав этих пород.

Известно несколько регионов (Аппалачи, Альпы, пояс Самбагава и др.), где в одной зоне описаны эклогиты двух названных типов. Ранние "foreign" эклогиты отличаются регрессивной зональностью в гранатах, наличием тектонических, часто серпентинитовых каем в краевой части эклогитовых будин и химическим составом пород /9, 17, 19 и др./. На периферии таких будин или в тектонических контактах с ними отмечаются "эклогитовые сланцы" или эклогиты, образовавшиеся "in situ". В последних, как правило, описывается прогрессивный характер метаморфизма, выражающийся в соответствующей зональности в гранатах, наличии включений водосодержащих минералов в гранатах и пироксенах и т.д. Характерной особенностью являются более низкие, вычисляемые PT -параметры в эклогитах, образовавшихся на месте, в отличие от тектонически привнесенных.

Максютовский эклогит-глаукофансланцевый комплекс – один из наиболее изученных и известных комплексов такого типа. Геологическому строению его посвящены монографии /1, 2, 5, 6 и др./ и многочисленные статьи. Не останавливаясь подробно на всех существующих точках зрения о геологии максютовского комплекса (они достаточно подробно изложены в работах В.И.Ленных, Н.Г.Удовкиной), кратко рассмотрим распространенную в настоящее время модель строения и метаморфизма комплекса, предложенную В.И.Ленных /1/ и в той или иной степени поддержанную остальными специалистами /2, 5 и др./.

По мнению В.И.Ленных и др. /1, с.97/, "... в пределах максютовского комплекса тектонически совмещены две формационно различные серии образования: нижняя, существенно терригенная, субконтинентальная, и верхняя - офиолитоподобная, отличающаяся особенностями метаморфизма, историей и характером деформаций и т.д.". В составе нижней серии /1/ участвуют кварциты (аркозоные, слюдяные, графитистые), слюдясто-кварцевые сланцы, metabазиты (эклогиты, гранат-глаукофановые сланцы), ультрабазиты и редкие маломощные жилы гранитоидного состава. Среди metabазитов выделены высокобарические континентальные феррогабброиды и пространственно связанные с метультрабазитами метагабброиды офиолитовых серий. Верхняя офиолитовая серия представлена зеленокаменно- и зеленосланцево-измененными базальтоидами, в подчиненном количестве - графитистыми кварцитами и сланцами. В разрезе содержатся линзы мраморов, в основании разреза - фрагменты серпентинитового меланжа. Предполагается, что породы нижней серии максютовского комплекса прошли три или более этапа (стадии) метаморфизма. Наиболее ранние ассоциации представлены эклогитами, которые в виде включений или олистолитов находятся в гранат-глаукофановых сланцах и отличаются по РТ-условиям метаморфизма от вмещающих их пород /1, 2, 5, 6 и др./.

Нами в максютовском комплексе изучались основные эклогитсодержащие разрезы: район деревень Караяново, Максютово, Шубино, трасса Юдыбаево - Зилаир, разрез по ручью Сабылаир и др. Исходя из полученной нами информации о геологическом строении и метаморфизме нижней эклогитсодержащей толщи максютовского комплекса можно сделать следующие выводы.

1. Субстратом для нижней ("континентальной", по /1/) пластины послужили, вероятнее всего, толщи, содержащие офиолитовые и островодужные образования, как это предполагалось для верхней пластины. Есть основание считать, что весь разрез максютовского комплекса является метаморфизованным мегамеланжем, подобным Сакмарской зоне Урала. Metабазиты нижней пластины, представленные эклогитами, гранатовыми амфиболитами и гранат-глаукофановыми сланцами, по химическому составу близки океаническим базальтоидам. На дискриминационных петрогенетических диаграммах (рис. 1, 2) фигуративные точки составов metabазитов образуют рои в областях толеитов COX и частично толеитов островных дуг. Сознвая условность подобных петрогенетических реконструкций для пород эклогитовой фации метаморфизма, отметим все же, что в литературе последних лет это достаточно широко практикуется для палеозойских и мезозойских эклогитов /7, 8, 12, 15 и др./. Сонахождение metabазитов с графитистыми (метакремнистыми, металабродитовыми) сланцами, метультрабазитами не противоречит предположению о их первичной "офиолитовой" природе. Выделяемая предшественниками граница между нижней и верхней пластинами проведена фактически по исчезновению высокобарических ассоциаций. По химическому составу metabазитов и вмещающих терригенных пород резкая разница в генезисе и возрасте этих толщ не очевидна.

К палеоконтинентальным образованиям с определенной долей условности можно, вероятно, относить лишь терригенные отложения юмагузинокой свиты (аркозы, кварцитопесчаники). Химический состав metabазитов, образующих единичные прослои в этой толще, близок внутриплитным базальтоидам.

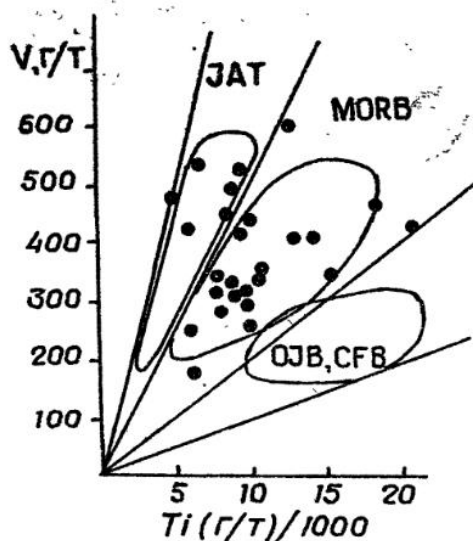
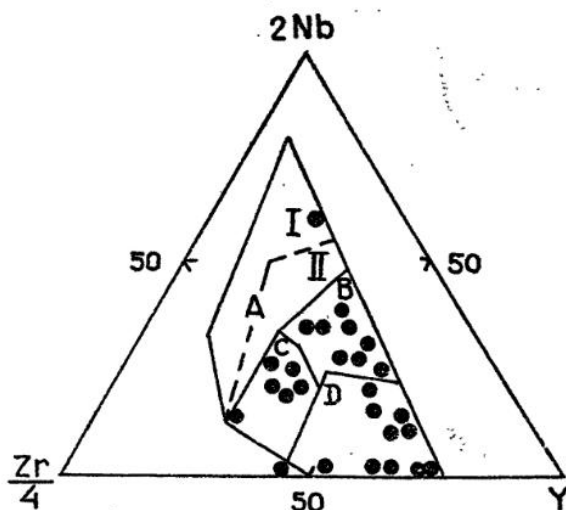


Рис. 1. Метабазиты максютовского комплекса на дискриминационной диаграмме Nb-Zr-Y /14/.

Поля: AI и AP – внутриплитные щелочные базальты; AP и C – внутриплитные толеиты; B, D – базальты; C и D – островодужные базальты

Рис. 2. Метабазиты максютовского комплекса на дискриминационной диаграмме Ti/V /10/.

Поля: JAT – островодужные толеиты; MORB – базальты СОХ; ОJB, CFB – платобазальты и базальты океанических островов

2. Максютовский комплекс является метаморфизованным фрагментом ранне-среднепалеозойских океанических, островодужных и других комплексов, тектонически скученных в шовной зоне Урала. Предположение о палеозойском возрасте субстрата максютовского комплекса /4/ и сравнение его с мегамеланжем Сакмарской зоны получило подтверждение недавними находками палеозойской микрофауны /3/ в мраморизованных известняках центральной части комплекса. Связь высокобарического метаморфизма эклогитовой фации со среднепалеозойскими тектоническими событиями на Урале также подтверждается новыми данными по абсолютному возрасту /13/.

3. Высокобарический метаморфизм (эклогитизация), неравномерно проявленный в пределах максютовского комплекса, накладывался как на базиты, так и на вмещающие их породы (углистые сланцы, алевролиты, кварциты и др.). Эклогиты максютовского комплекса по ряду характерных признаков относятся к коровым эклогитам прогрессивного типа и подобны таковым на Приполярном Урале, поясе Самбагава /16/, комплексам Моталафьела (Шпицберген) /17/, Даби Маунтин (Китай) /19/, Францисканскому (Калифорния) /9/ и др.

Расчетные температуры эклогитообразования в максютовском комплексе по гранат-пироксеновому термометру (Ellis, Green, 1979) от 550 до 700°C при возможном P = 15–25 кбар. В местах, где эклогитизация происходила при наиболее

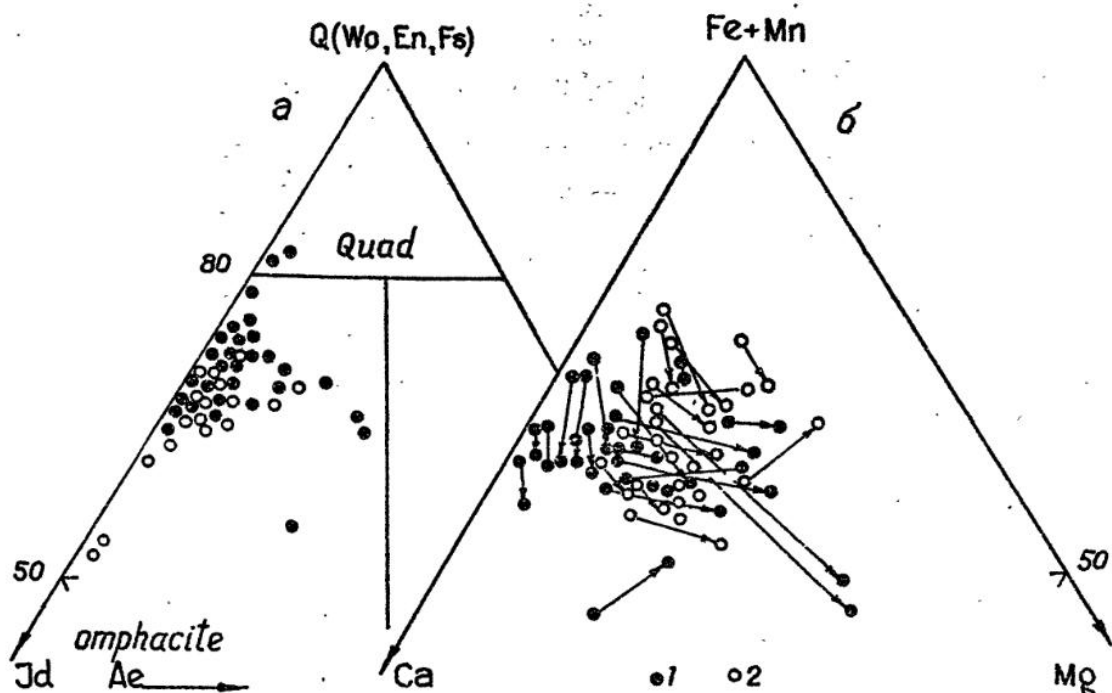


Рис. 3. Составы пироксенов (а) и гранатов (б) из эклогитов и эклогитовых сланцев максютовского комплекса.

1 – метабазиты, 2 – метатерригенные породы. Стрелка указывает направление от центра зерен к краю

высоких температурах (Караяново, Сабылаир), гранат-пироксеновый парагенезис и с появляется и во вмещающих графитистых, метатерригенных сланцах. Близость составов гранатов и пироксенов (рис. 3) во вмещающих сланцах и эклогитах и одинаковая зональность в гранатах позволяют предполагать их синхронное образование. На рис. 3 приведены только составы гранатов из парагенезиса гранат-пироксен. В целом, гранаты в метатерригенных сланцах максютовского комплекса имеют довольно пастрый химический состав (от существенно спессартиновых до алмандиновых), характеризуюсь общей для всех прогрессивной зональностью, выраженной в падении содержания MnO и росте содержания MgO от центра зерна к краю. Незональные или слабо регрессивно зональные гранаты в максютовском комплексе нами обнаружены только в разрезах Караяново и Сабылаир. Петрографические и петрохимические особенности этих разрезов позволяют интерпретировать инверсию зональности на локальных участках единых разрезов как следствие повышения температуры выше порога равновесности Гр-Рх парагенезиса ($650^{\circ}C$ по /18/). Подобные явления описаны в частности в Родопской зоне (Северная Греция), по /11/. Необходимо подчеркнуть, что превышение $650^{\circ}C$ определяется нами прежде всего из инверсии зональности в гранатах, так как содержание пиропового минала в гранатах в большинстве случаев прямо пропорционально содержанию MgO в породе. Так, в разрезе Караяново наиболее высокомагнезиальные гранаты (пироповый компонент 33%) с прогрессивной зональностью

нами обнаружены в метабазитах с содержанием MgO 7,2%, в то время как в большинстве метабазитов здесь содержание MgO не превышает 4,5-5%.

4. Метаморфизм эклогитовой фации не был, вероятно, наиболее ранним в максютовском комплексе, как это предполагали В.И.Ленных и др. Включения водусодержащих минералов (глаукофан, барруазит, слюды, эпидот и др.) в гранатах и пироксенах фиксируют начальные низко- и среднетемпературные этапы высокобарического метаморфизма с постепенным увеличением P и T в результате коллизии или субдукции (путь по часовой стрелке подобно описанному во Франкском комплексе /9/). Появление глаукофана, парагонита, фенгита, хлоритоида в основной массе в эклогитизированных и неэклогитизированных породах мы связываем с началом остывания и уменьшения давления, не отрывая эти процессы во времени от высокобарического метаморфизма. Отсутствие регрессивной зональности во всех гранатах из эклогитов, которая должна бы проявиться вследствие снижения PT -параметров, можно, вероятно, объяснить тем, что температура $650^{\circ}C$ была достигнута далеко не везде, а в подобных случаях, по мнению /18/, в гранатах "консервируется" зональность предшествующего метаморфизма.

Диафторез зеленосланцевой фации, также достаточно неравномерно проявленный на площади максютовского комплекса, фиксирует, вероятно, наиболее поздние тектонические процессы, сопровождавшиеся низкотемпературными водусодержащими флюидами. В некоторых разрезах (трасса Юлдыбаево - Зилаир) высокобарические парагенезисы сохраняются в немногочисленных реликтах в мусковит-хлорит-актинолитовых сланцах.

Работа выполнена в Институте геологии и геохимии при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 94-05-16296).

С п и с о к л и т е р а т у р ы

1. В а л и з е р П.М., Л е н н ы х В.И. Амфиболы голубых сланцев Урала. М.: Наука, 1988.
2. Д о б р е ц о в Н.Л., С о б о л е в Н.В., Ш а ц к и й В.С. и др. Эклогиты и глаукофановые сланцы в складчатых областях. Новосибирск: Наука, 1989.
3. З а х а р о в О.А. Новые данные по геологическому строению максютовского метаморфического комплекса в верхнем течении р.Сакмары // Шарьяжно-надвиговая тектоника и ее роль в формировании месторождений полезных ископаемых. Уфа, 1991. С.43.
4. И в а н о в К.С. К вопросу о возрасте максютовского метаморфического комплекса // Метаморфогенная металлогения Урала. Свердловск, 1988. С.64-66.
5. У д о в к и н а Н.Г. Эклогиты СССР. М.: Наука, 1985.
6. Ч е с н о к о в Б.В. Минералогия рутиловых эклогитов Шубинского месторождения на Южном Урале: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Свердловск, 1960.
7. B o s c h i o R., D e C a p i t a n i L., L i b o r i o G. et al. The eclogite-bearing series of Isla Margarita, Venezuela: Geochemistry of metabasic lithologies in the La Rinconada and Yuan Griego Groups // Lithos. 1990. Vol. 25. P.55-69.
8. B r o s k e r M. Blueschist-to-greenschist transition in metabasites from Tinos Island, Cyclades, Greece: Compositional control or fluid infiltration ? // Lithos. 1990. Vol. 25, N 1-3. P.25-39.

9. C h a n g - W h a n O h and I.G. Liou Metamorphic evolution of two different eclogites in the Franciscan Complex, California, USA // *Lithos.* 1990. Vol. 25. P.41-53.
10. H o d d e r A.P.W. Depth of origin of basalt inferred from Ti/V ratios and a comparison with the K O - depth relationship for island-arc volcanics // *Chem. Geol.* 1985. N 48. P.3-16.
11. L i a t i A., M p o s k o s E. Evolution of the eclogites in the Rhodope Zone of Northern Greece // *Lithos.* 1990. Vol. 25. P.89-99.
12. M a r u y a m a S., L i o u I.G. Petrology of franciscan metabasites along the jadeite-glaucophane type facies series, Cazadero, California // *J. Petrology.* 1988. Vol. 29. P.1-37.
13. M a t t e P., M a l u s k i H., C a b y R. et al. Geodynamic model and Ar/Ar dating for the generation and emplacement of High Pressure (HP) metamorphic rocks in SW Urals // *C.R.Acad. Sci. Paris.* 1993. T.317. P.1667-1674.
14. M e s c h e d e M. A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram // *Chemical Geology.* 1986. N 56. P.207-218.
15. O k r u s c h M., M a t t h e s S., K l e m d R. et al. Eclogites at the northwestern margin of the Bohemian Massif // *A review European Journal of Mineralogy.* 1991. Vol. 3, N 4. P.707-730.
16. T a k a s u A k i r a. Prograde and retrograde eclogites in the Sambagawa metamorphic belt, Besshi District. Japan // *J. Petrol.* 1984. Vol. 25, N 3. P.619-643.
17. T a k a o H i r a j i m a, S h o h e i B a n n o, Y o s h i - k u n i H i r o i, Y o s h i h i d e O h t a Phase petrology of eclogites and related rocks from the Motalafjella high-pressure metamorphic complex in Spitsbergen (Arctic Ocean) and its significance // *Lithos.* 1988. Vol. 22, N 2. P.75-97.
18. T r a c y J.R. Compositional zoning and inclusions in metamorphic minerals. In: J.M.Terry (Editors), *Characterisation of metamorphism through mineral equilibria* // *Mineral. Soc. Amer. Rev. Mineral.* 1982.Vol.10. P.355-397.
19. X i a o m i n W a n g, L i o u I.G., S h i g e n o r i M a r u y a m a. Coesite-Bearing Eclogites from the Dabie Mountains, Central China: Petrogenesis, P-T paths and Implications for Regional Tectonics // *J. Geology.* 1992. Vol. 100. P.231-250.