

Ю. К. БУРКОВ, М. С. ДЮФУР

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ  
ВОПРОСА ОБ ИСХОДНОМ СОСТАВЕ И ВОЗРАСТЕ ПОРОД  
МУЗКОЛЬСКОГО МЕТАМОРФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА  
(ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПАМИР)**

*(Представлено академиком А. В. Сидоренко 19 VI 1972)*

Музкольский метаморфический комплекс расположен в восточной части альпийской складчатой зоны Центрального Памира, где он слагает северный склон Музкольского хребта и горные массивы между Рангульской котловиной и р. Аксу (см. рис. 1 и 2). Степень метаморфизма пород Музкол-Рангульского антиклинория увеличивается по направлению к его ядру, где располагаются массивы автохтонных гранитоидов, окруженные гнейсами (1).

Одни исследователи (1-4) принимают палеоген-неогеновый возраст формирования метаморфической зональности и становления гранитоидов и полагают, что метаморфизму подвергались верхнепалеозойские и мезозойские породы, отвечающие геосинклинальному этапу развития Центрального Памира, другие (5, 6) считают метаморфические образования докембрийскими.

Для получения дополнительных объективных критериев нами выбран участок восточного периклинального окончания Белеулинской антиклинали, где степень метаморфизма пород сравнительно невысока.

В ядре антиклинали здесь залегают темные сланцы с прослоями песчаников и конгломератов сверху, на крыльях — мраморизованные известняки и мраморы с прослоями сланцев (рис. 2). Сланцы в верхней части преимущественно кварц-хлорит-серицитовые, обычно с биотитом, гранатом, ставролитом, а также скаполитом, альбитом и другими новообразованными минералами.

К югу от Белеулинской антиклинали распространены охарактеризованные органическими остатками отложения верхнего триаса, нижней и средней юры, образующие Музкольскую антиклиналь. В их составе преобладают черные кварц-хлорит-серицитовые и хлоритоидные сланцы, которые в верхней части разреза чередуются с песчаниками и конгломератами. На северном крыле антиклинали степень метаморфизма пород увеличивается, и в них появляются порфиробласты метаморфических минералов, аналогичных распространенным в сланцах, слагающих Белеулинскую антиклиналь.

В пределах восточного окончания хребта Муз-кол (реки Зорярчичак, Белеули) Музкольская антиклиналь опрокинута на север, и слагающие ее породы перекрывают мраморы, которые залегают на южном крыле Белеулинской антиклинали (см. рис. 2). Западнее (р. Гурумды) Музкольская антиклиналь становится прямой, и указанные мраморы ложатся на триасюрские терригенные породы Музкольской антиклинали, тоже в значительной мере метаморфизованные.

Сторонники докембрийского возраста Музкольского метаморфического комплекса обычно предполагают, что граница между докембрием и мезозоем проходит по контакту терригенных пород и мраморов вдоль северного крыла Музкольской антиклинали или внутри толщи мраморов. При этом одни исследователи (6) проводят здесь разрывное нарушение, а другие (5) отрицают существование Музкольской антиклинали и считают, что верхне-

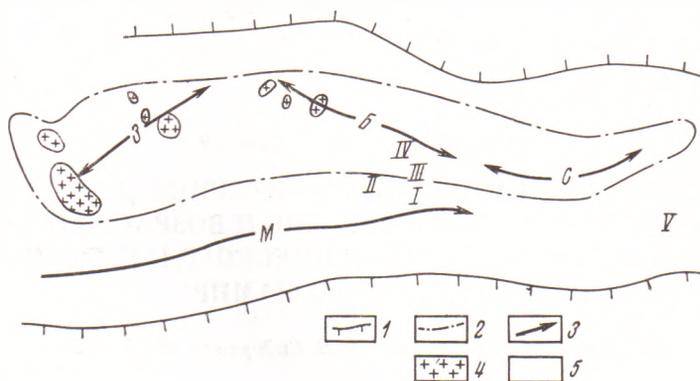


Рис. 1. Схема главных структурных элементов восточной части хр. Музкол. I — границы складчатой зоны Центрального Памира; 2 — границы Музкольского метаморфического комплекса в западной его части; 3 — оси антиклиналей и направления их погружения: З — Зорташская, Б — Белеулинская, С — Сарымуллинская; 4 — гранитные массивы; 5 — места отбора серий проб и их номера

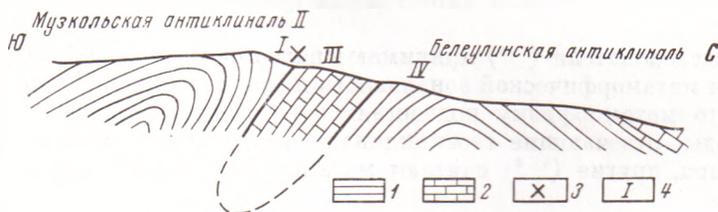


Рис. 2. Схематический геологический разрез через восточное окончание хр. Музкол в районе р. Белеули. I — терригенные породы, в различной степени метаморфизованные; 2 — мраморизованные известняки и мраморы; 3 — место, где обычно проводится граница между Музкольским комплексом (на севере) и отложениями мезозоя; 4 — места отбора серий проб и их номера

триасовые сланцы залегают на докембрийских мраморах с несогласием. Существует также мнение о том, что альбитсодержащие сланцы Белеулинской антиклинали сформировались за счет изменения эффузивных, а не осадочных пород.

Согласно иной точке зрения <sup>(1)</sup>, сланцы, слагающие Белеулинскую антиклиналь, представляют собой метаморфизованные терригенные породы, аналогичные по исходному составу и возрасту сланцам Музкольской антиклинали (верхний триас — нижняя и средняя юры), а стратиграфически перекрывающие их мраморы относятся к средней и верхней юре и образуют, очевидно, сжатую синклиналиную складку. Такая последовательность отложений весьма характерна для разрезов триаса и юры Центрального Памира.

Авторами произведено сопоставление геохимических особенностей пород, слагающих Белеулинскую антиклиналь, с геохимическими характеристиками слабее измененных отложений верхнего триаса и юры, образующих Музкольскую антиклиналь. Методика исследований заключалась в следующем. По долинам рек Белеули и Гурумды, дренирующих северный склон Музкольского хребта в его восточном окончании, из ряда толщ были взяты серии проб по 30 в каждой.

Серия I: отобрана в верховье правой составляющей р. Белеули из триас-юрских сланцев, слагающих северное крыло Музкольской антиклинали; сланцы черные, кварц-хлорит-серицитовые, иногда содержат порфиробласты скаполита. Серия II: отобрана из этих же сланцев в верховьях р. Гурумды приблизительно в 10 км к западу от места отбора проб серии I.

Серия III: отобрана на водораздельном гребне между двумя составляющими р. Белеули, несколько ниже по течению, чем серия I, из мраморизованных известняков близ их контакта с триас-юрскими сланцами. Серия IV: отобрана на левом берегу р. Белеули еще ниже по течению из сланцев, слагающих южное крыло Белеулинской антиклинали и типичных для музкольского метаморфического комплекса в этом районе; сланцы черные и серые кварц-хлорит-серицитовые, содержащие многочисленные чешуйки биотита и порфиробласты граната, а также порфиробласты и жилки альбита. Серия V: отобрана по долине ур. Калак-таш, в 40 км к востоку от р. Белеули, из черных кварц-хлорит-серицитовых сланцев каменноугольного возраста (сарезская свита).

В отобранных пробах при помощи приближенно-количественного спектрального анализа, произведенного во Всесоюзном геологическом институте, были оценены концентрации различных элементов. Для проведения геохимических сопоставлений были выбраны цирконий, марганец, медь, никель, хром, титан, барий, ванадий и галлий, поскольку дисперсия их концентраций в пробах каждой серии во много раз превышала ошибку примененного метода анализа. Результаты анализа обработаны на ЭВМ по программе многократной корреляции, предложенной Ю. К. Бурковым (7, 8), в результате чего получены геохимические формулы (см. схему 1).

Схема 1

Серия I	(Zr Mn Cu Ni) Cr	Ti (Ba V Ga)
Серия II	(Zr Ni Mn) Cu	Ti (Ga Cr V) Ba
Серия III	(Mn Zr Cu Ni)	Ba (Cr V) (Ga Ti)
Серия IV	(Cu Mn Zr) Ni	Ba (V Cr Ti)
Серия V	Mn (Ti Cu V Zr Ba) (Ni Cr)	

Как видно, в породах серии I устанавливаются две ведущие ассоциации элементов, одна из которых сложена цирконием, марганцем, медью, никелем и хромом, а вторая — титаном, барием, ванадием и галлием. В пределах первой ассоциации наиболее тесно связаны между собой марганец и медь (положительная корреляционная связь 5-го порядка), к которым присоединяются цирконий и никель (положительные корреляции 7-го порядка) и хром (положительные корреляции 8-го порядка). «Ядро» второй ассоциации слагают ванадий и галлий, связанные положительной корреляционной связью 4-го порядка. С ними связан барий (5-й порядок) и титан (8-й порядок).

В породах, относящихся к серии II, также присутствуют две главные ассоциации элементов, состав которых весьма сходен с ассоциациями, устанавливаемыми в серии I. Главное различие этих двух серий определяет только один элемент — хром, который в серии II перемещается в группу, сложенную титаном, галлием, ванадием и барием. Существенно, что в породах серии I этот элемент весьма слабо связан с цирконием, марганцем и др., обнаруживая тенденцию к перемещению в другую ассоциацию. Остальные различия двух сопоставляемых серий незначительны и сводятся к некоторым изменениям интенсивностей положительных и отрицательных связей между элементами в пределах ведущих ассоциаций. Таким образом, породы серий I и II по геохимическим особенностям весьма сход-

ны, чего и следовало ожидать, поскольку эти серии проб отобраны из одной и той же толщи, на небольшом удалении друг от друга.

Породы серий III и IV по характеру связей между элементами буквально копируют друг друга. Различия сводятся к ничтожным изменениям интенсивностей положительных связей циркония и меди в пределах одной из ассоциаций. Такая аналогия геохимических особенностей терригенных и карбонатных пород, относящихся к единому циклу осадконакопления, весьма обычна и обусловлена, очевидно, тем, что элементы, связи между содержаниями которых оцениваются указанным методом, концентрируются в терригенной составляющей карбонатных пород.

Как видно, породы серии II, с одной стороны, и серий III и IV с другой, по составу ведущих ассоциаций не отличаются друг от друга. Лишь несколько изменяется порядок расположения элементов в ассоциациях, т. е. наблюдается частичное ослабление или усиление положительных и отрицательных связей без изменения их знака. Породы этих серий оказываются даже более близкими друг к другу, чем породы серий I и II, которые отобраны из заведомо разновозрастных отложений.

Столь значительное сходство, почти тождество сравниваемых серий по характеру устанавливаемых в них ассоциаций химических элементов вряд ли может быть случайным и удовлетворительно объясняется лишь тем, что сопоставляемые образования относятся к единой по возрасту и условиям формирования толще. Правда, не исключена, пускай ничтожно малая, возможность того, что в рассматриваемой области на протяжении значительного периода времени существовали весьма сходные условия осадконакопления, что привело к единству геохимических особенностей пород. Чтобы проверить это предположение, получена геохимическая формула для серии проб (серия V), взятых из пород заведомо иного возраста, но близких по составу к породам серий I, II и IV. Легко убедиться, что состав установленных для серии V ассоциаций элементов не имеет ничего общего с составом ассоциаций, характерных для серий I—IV.

Изложенные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. Метаморфические породы Музкольского комплекса, слагающие Белеулинскую антиклиналь, по своим геохимическим особенностям не отличаются от слабее измененных пород триаса и юры, распространенных южнее, что наряду с геологическими данными <sup>(1)</sup> свидетельствует об их разновозрастности. 2. Серые и черные сланцы, типичные для Музкольского комплекса в изученном районе, сформировались за счет пород осадочного, а не магматического происхождения, о чем свидетельствует сходство их геохимических особенностей с особенностями первично осадочных пород триаса и юры. 3. Метаморфизм пород, измененных в условиях зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций, а также их метасоматическая альбитизация не привели к нарушению связей между концентрациями элементов, которые были характерны для исходных осадочных пород.

Всесоюзный научно-исследовательский  
геологический институт  
Ленинград

Поступило  
4 VI 1972

Ленинградский государственный университет  
им. А. А. Жданова

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> М. С. Дюфур, В. А. Попова, Т. Н. Кривец, Альпийский метаморфический комплекс восточной части Центрального Памира, Л., 1970. <sup>2</sup> Э. Я. Левен, Сборн. Матер. по геологии Памира, в. 1, Душанбе, 1963. <sup>3</sup> С. В. Руженцев, там же, в. 2, Душанбе, 1964. <sup>4</sup> М. С. Дюфур, там же, в. 2, Душанбе, 1964. <sup>5</sup> Г. П. Винниченко, М. М. Кухтиков, Изв. АН ТаджССР, отд. физ.-матем. и геол.-хим. наук, № 3 (33) (1969). <sup>6</sup> Б. Р. Пашков, Сборн. Матер. по геологии Памира, в. 2, Душанбе, 1964. <sup>7</sup> Ю. К. Бурков, Сборн. Физические и химические процессы и фации, «Наука», 1968. <sup>8</sup> Ю. К. Бурков, Сборн. Матер. годичной и юбилейной сессии Ученого Совета Всесоюзн. н.-и. геол. инст., нов. сер., 158 (1971).