

К ВОПРОСУ О МЕТАМОРФИЗМЕ ПОРОД ШАТАКСКОГО КОМПЛЕКСА (БАШКИРСКИЙ МЕГАНТИКЛИНОРИЙ)

- © **С.И. Высоцкий**,
младший научный сотрудник,
Институт геологии,
ул. Карла Маркса, 16/2,
450077, г. Уфа,
Российская Федерация
e-mail: kovalev@ufaras.ru
- © **С.Г. Ковалев**,
доктор геолого-минералогических
наук,
Врио директора,
Институт геологии,
ул. К. Маркса, 16/2,
450077, г. Уфа,
Российская Федерация,
- © **С.С. Ковалев**,
младший научный сотрудник,
Институт геологии,
ул. К. Маркса, 16/2,
450077, г. Уфа,
Российская Федерация

В статье приводятся материалы по изучению метаморфизма пород Шатакского комплекса, который представляет собой стратифицированную вулканогенно-осадочную ассоциацию, залегающую в основании среднерифейского разреза Башкирского мегантиклинория. В результате проведенных исследований установлено, что по эпигенетическим минеральным парагенезисам, петро- и геохимическим особенностям среди пород комплекса выделяются производные субщелочного (пропилитизация, скарнирование), кислотно-щелочного (березитизация), щелочного и кремнещелочного (серицитизация, калишпатизация, альбитизация) метасоматоза и кислотного выщелачивания (окварцевание).

Рассчитанные температуры образования хлоритов из пород Шатакского комплекса позволили установить, что минералы подразделяются на две группы – «высокомагнезиальные» (магматические) и «низкомагнезиальные» (терригенные), температурные интервалы образования которых близки (~300–350°C для первых и ~300–400°C для вторых). Оценка термобарических параметров образования мусковита из конгломератовых горизонтов кузьелгинской подсветы показала, что максимальные температура и давление соответствовали $T = \sim 470^\circ\text{C}$, $P = \sim 8$ кбар, а минимальные составляли: $T = \sim 380^\circ\text{C}$, $P = \sim 3$ кбар.

На основании установленных термобарических параметров делается вывод о том, что процесс изменения пород был многоэтапным. Первый этап был обусловлен «автометаморфическими» процессами, которые реализовывались при формировании вулканогенно-осадочных толщ в качестве «единого» комплекса. Второй – более поздний, определялся в первую очередь стрессовой нагрузкой, о чем свидетельствует высокое давление (~ 8 кбар), а также ассоциация мусковита с хлоритоидом.

Данные выводы свидетельствуют о том, что в поздневендское время территория Южного Урала развивалась в режиме сжатия, явившегося результатом орогенических движений в складчатой области тиманид, сформировавшихся на краю рифейского платформенного бассейна. При этом, специфика регионального метаморфизма, проявившегося в пределах Башкирского мегантиклинория выразилась в наличии стрессовой составляющей, проявившейся на значительной территории.

Ключевые слова: Шатакский комплекс, метаморфизм, пропилитизация, скарнирование, березитизация, дислокационный метаморфизм, хлорит, мусковит, термобарические параметры, стрессовое давление

данных по термобарическим параметрам метаморфических преобразований пород, а выделение фаций основано лишь на литолого-петрографическом описании минеральных ассоциаций. Кроме того, метаморфизм является одной из важнейших причин рудообразования [1] и с этих позиций его изучение позволяет реальнее оценивать территорию на различные виды полезных ископаемых.

В последнее время нами были получены новые данные по метаморфизму пород Шатакского комплекса, что позволяет предложить решение некоторых дискуссионных вопросов метаморфической истории западного склона Южного Урала.

1. Методы исследований. Изучение минералогии пород проводилось на растровом электронном микроскопе РЭММ-202М с EDA в Институте минералогии УрО РАН (г. Миасс) и сканирующем электронном микроскопе CamScan-4 с анализирующей приставкой LINK OXFORD (ВНИИХТ, Москва). Химический анализ пород проводился в Институте геологии УФИЦ РАН по стандартной методике.

2. Геологическое строение Шатакского комплекса. Шатакский комплекс, совместно с Машакским, являются стратифицированными вулканогенно-осадочными ассоциациями пород, представляя собой машакскую свиту, служащую основанием среднерифейского разреза Башкирского мегантиклинория (рис. 1).

Машакская свита (RF₂ms) выделена А.И. Ивановым в 1937 году на хребте (далее – хр.) Машак и горе Ямантау. Южнее на хр. Большой Шатак (далее – Бол. Шатак) аналогичные отложения были названы шатакской свитой [2]. В результате крупномасштабных геологосъемочных работ [3–5] было установлено, что шатакская и машакская свиты – суть одно и то же и могут рассматриваться как единая машакская свита, сформировавшаяся в период среднерифейского рифтогенеза [6–10].

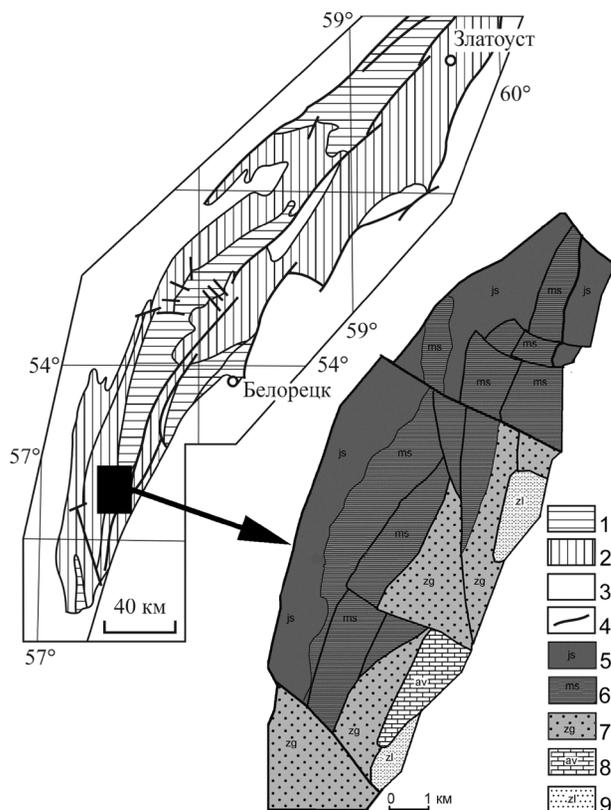


Рис. 1. Геологическая схема западного склона Южного Урала и Шатакского комплекса. Примечание: 1 – нижнерифейские отложения нерасчлененные, 2 – среднерифейские отложения нерасчлененные, 3 – палеозойские отложения нерасчлененные, 4 – тектонические нарушения, 5 – юшинская свита, 6 – машакская свита, 7 – зигальгинская свита, 8 – авзянская свита, 9 – зильмердакская свита.

В составе свиты выделяется 8 последовательно сменяющих друг друга в восходящем разрезе подсвит: кузьелгинская, казавдинская, быковская, калпакская, куянтавская, каранская, шакитарская и ямантауская.

Кузьелгинская подсвита (RF₂ms₁) залегает с угловым несогласием на различных горизонтах юшинской свиты и представлена переслаиванием конгломератов, кварцевых песчаников, основных и кислых эффузивов. В разрезах на хр. Бол. Шатак подсвита представлена в нижней части терригенными породами (85–100 м), в средней части преобладают metabазальты с пластами конгломератов (130–140 м), в верхней – риолиты мощностью до 180 м. Общая мощность отложений кузьелгинской подсвиты 400–450 м.

жаниями Са и коэффициентом окисленности железа f ($f = \text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$) и обратной между Са и Mg, Mg и f (рис. 2).

Процессы калиевого метасоматоза (серицитизация) наложены на продукты субщелочного метасоматоза с замещением альбита,

хлорита и пренита серицитом, и магнетита гематитом, с образованием в наиболее проработанных участках рудных метасоматитов, содержащих магнетит-гематитовую минерализацию в количестве до 40%.

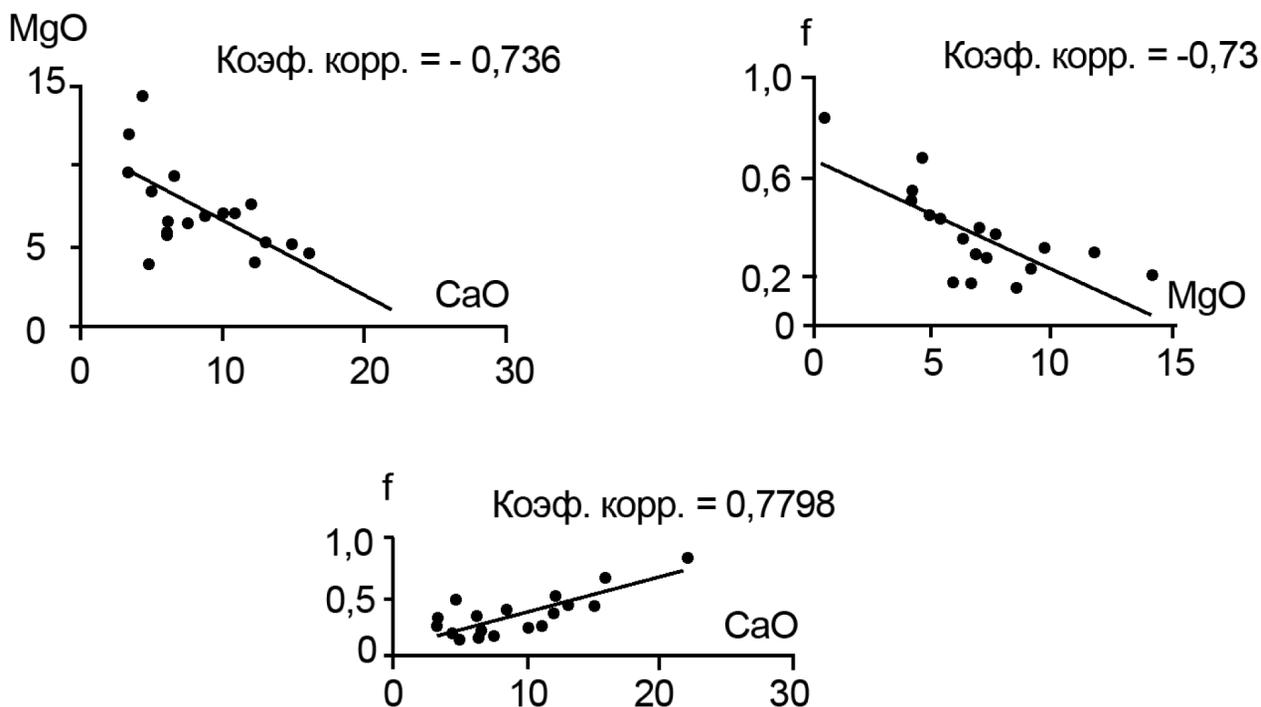


Рис. 2. Графики корреляционной зависимости содержаний MgO и CaO (а), MgO и f (б), CaO и f (в) в измененных метабазах.

Пропилитовый парагенезис установлен в конгломератах верхней толщи кузьелгинской подсветы. Минеральные новообразования представлены эпидот-хлоритовой ассоциацией с магнетитом, который развит в виде идиоморфных кристаллов, как в цементе, так и в гальках конгломератов. Наиболее высокие содержания магнетита приурочены к контактовым зонам с подстилающими метабазами. Кроме магнетита, в локальных участках отмечаются включения халькопирита и борнита [11].

Метасоматические изменения, близкие по химизму к березитоидным, характерны для терригенных отложений машакской свиты. Отличительной чертой их минерального состава является кварц-серицит-хлоритовый

парагенезис, причем хлорит наблюдается в виде прожилковых, струйчатых, шнуровидных выделений, наложенных на более раннюю кварц-мусковитовую ассоциацию. Наблюдается хлоритизация биотита с образованием по нему хлорит-мусковитовых агрегатов. Геохимические особенности проявляются в повышенных концентрациях калия (до 4%) и хрома (до 0,09%) и обусловлены привнесом и концентрацией этих элементов при березитизации. Среди рудных минералов в песчанико-конгломератовых толщах преобладают аллотриоморфозернистые агрегаты гематита, фиксируемые как в цементе, так и в гальках конгломератов.

Проявления кремнещелочного метасоматоза наиболее интенсивно проявлены в

кислых породах машакской свиты. Это предположение подкрепляется широким развитием в них процессов серицитизации, калишпатизации, альбитизации и окварцевания.

К продуктам кислотного выщелачивания относятся кварциты, кварцитовидные песчаники, развитые в составе куянтавской, каранской, шакитарской подсвит и зигальгинской свиты на хр. Яракташ, сопровождаемые кварцево-жильной минерализацией.

Характерной особенностью развития кварцитовидных пород является приуроченность к контактовым зонам песчаников и подстилающих metabазитов, наблюдаемых в куянтавской и каранской подсвитах. В этих зонах устанавливается следующая последовательность метасоматических изменений. Висячем эндоконтакте metabазиты рассланцованы и хлоритизированы. Среди рудных минералов преобладают окислы железа. В экзоконтакте песчаники преобразованы в кварциты, нередко сливного облика. Характерны многочисленные разноориентированные кварцевые прожилки и жилы. Рудная минерализация представлена пиритом кубического и пентагондодекаэдрического габитуса в количестве 3–5 %. Выше по разрезу квар-

циты сменяются кварцитопесчаниками с уже заметным зернистым строением, а затем нормальными кварцевыми или полимиктовыми песчаниками. Мощность зоны окварцевания в различных обнажениях колеблется от 5 до 15–20 м.

Наряду с проявлениями термального метаморфизма, относительно широким развитием пользуются также продукты *дислокационного метаморфизма*. К производным данного процесса относятся складчатость, узкие линейные зоны катаклаза, милонитизации, рассланцевания и брекчирования, приуроченные, как правило, к контактам литологических разностей пород и разрывным нарушениям (рис. 3). Среди индикаторных стресс-минералов наиболее широко развит хлоритоид, максимальное количество которого установлено в двух линейных зонах: на контакте углеродистых сланцев юшинской и грубообломочных отложений машакской свиты и в рассланцованных, милонитизированных алевропсаммитовых образованиях куянтавской подсвиты.

В первой зоне новообразования хлоритоида приурочены к горизонту бластомилонитов мощностью 0,2–1 м, представленному

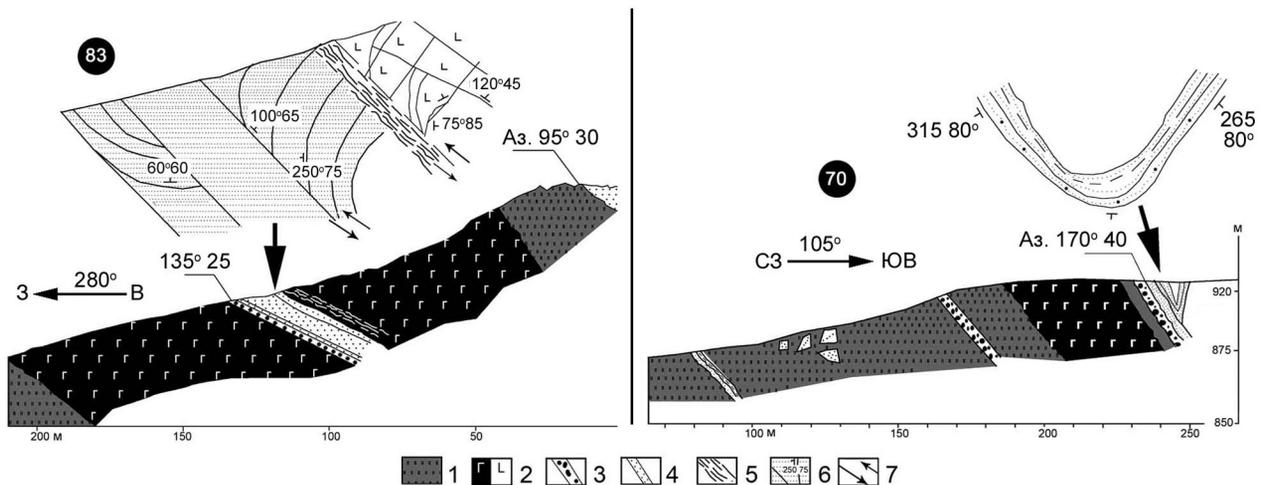


Рис. 3. Детальные зарисовки зон рассланцевания и складчатости (разрез 70 расположен на западном склоне хр. Бол. Шатак, ~ 1300 м к западу от хребта Яракташ; разрез 83 расположен на водораздельной части хр. Бол. Шатак, гора Катущка (отм. 1043,3 м).

Примечание: 1 – задернованные участки; 2 – metabазальты; 3 – конгломераты; 4 – песчаники; 5 – зоны рассланцевания; 6 – элементы залегания; 7 – направления смещений.

тонкозернистым кварц-серицитовым агрегатом с включениями порфирибластов хлоритоида до 15–20%. Его присутствие установлено и в цементе вышележащих песчаников и конгломератов. Более обильны новообразования хлоритоида в рассланцованных терригенных отложениях куянтавской подсвиты в приводораздельной части хр. Бол. Шатак, где он установлен практически во всех литологических разностях, а также в эндоконтактных зонах, подстилающих пропилитизированных метабазитов казавдинской подсвиты. В зависимости от компетентности пород различаются следующие структурные особенности продуктов динамометаморфизма. Для грубообломочных толщ характерно широкое развитие микростилолитовых структур, вдавливания галек и валунов друг в друга, сколовых трещин, секущих как цемент, так и гальки конгломератов. Среди структурных элементов в алевропелитовых разностях преобладают трещины кливажа, ориентированные по простиранию согласно со слоистостью, но с более крутыми углами падения. В левом борту руч. Бол. Ключ, в углеродистых сланцах ямантауской подсвиты, И.В. Высоцким (устное сообщение) было установлено более пологое, относительно слоистости, падение трещин кливажа (азимут падения слоистости ЮВ 130°∠30°, азимут падения кливажа ЮВ 130°∠15°), что может свидетельствовать об опрокинутом залегании образований ямантауской подсвиты.

4. Термобарические параметры метаморфизма. Для оценки термических параметров метаморфизма нами использовалась формула $T = -61,9229 + 321,9772 \times Al^{IV}$, опубликованная в работе [12], по которой были рассчитаны температуры образования хлоритов из пород Шатакского комплекса. Как видно из приведенной диаграммы (рис. 4), минералы подразделяются на две группы – «высокомagneзиальные» (магматические) и «низкомagneзиальные» (терригенные), температурные интервалы образования которых близки

(~300–350°C для первых и ~300–400°C – для вторых). Низкотемпературные хлориты из терригенных пород (№6, №7, табл. 2), вероятнее всего являются кластогенными, либо сформированными на заключительных этапах метаморфизма.

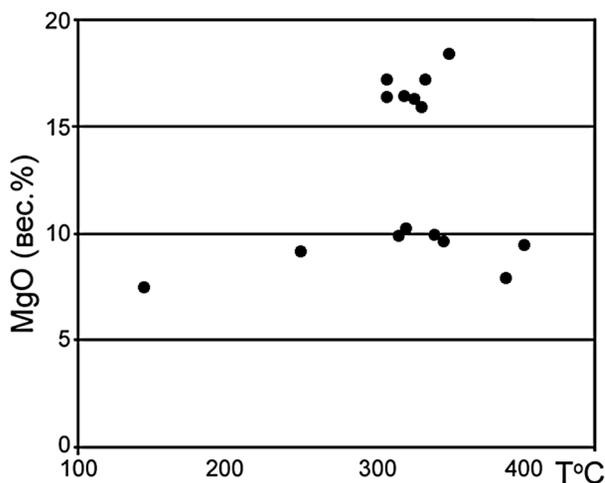


Рис. 4. Диаграмма MgO–T°C для хлоритов из вулканогенно-осадочных отложений Шатакского комплекса.

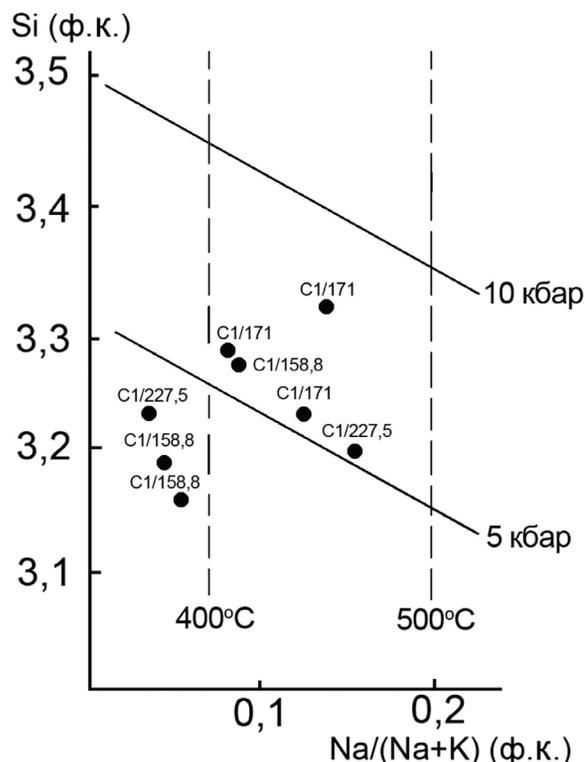


Рис. 5. Диаграмма Si формульные коэффициенты (ф.к.) – Na/Na+K (ф.к.) для светлых слюд из терригенных пород Шатакского комплекса. Изограды давления по [13, 14]; изограды температуры по [15, 16].

