

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий специальный выпуск журнала посвящен геологическим и петрологическим проблемам, связанным с алмазодержащими породами Кокчетавского массива (субдукционно-коллизийной зоны) в Северном Казахстане и их месте в геологической эволюции региона. Открытие и изучение кокчетавских алмазодержащих пород [1, 2] помогло обнаружить алмазодержащие метаморфические породы в Мюнхбергском массиве в Германии и в Норвегии, есть сведения о находках алмазодержащих пород в горах Даби (Китай) и Родопском массиве (Греция). Но по масштабам и разнообразию алмазодержащих пород Кокчетавский массив остается уникальным. Детальное изучение этих пород и геологического обрамления алмазодержащих комплексов поставило ряд новых вопросов, многие из которых остаются остродискуссионными. Авторы и редакторы спецвыпуска надеются, что изложенные новые данные позволят лучше понять генезис алмазодержащих пород, спорные проблемы и найти адекватные пути их решения.

Изучение Кокчетавского массива показывает закономерную эволюцию взглядов на геологию этого массива. Первоначально Кокчетавский массив считался срединным массивом с докембрийским гнейсовым фундаментом и позднекембрийским осадочным чехлом среди каледонских структур Северного Казахстана [3, 4]. Находки эклогитов в составе гнейсового фундамента [1, 2] позволили поставить вопрос об алмазоносности Кокчетавского массива. Открытие алмазоносных метаосадочных пород (не эклогитов) и особенно установление их кембрийского возраста по изотопным данным [5—7] вступили в противоречие с представлениями о докембрийском срединном массиве.

Группа российских исследователей с участием немецких и американских коллег, интенсивно изучавших алмазодержащие и другие метаморфические породы Кокчетавского массива в 1990—1994 гг., пришли к выводу, что метаморфический пояс Кокчетавского массива представляет собой мегамеланж, сложенный доменами (террейнами) с разной метаморфической историей, сформировавшийся в результате многоэтапной субдукции и коллизии Кокчетавского микроконтинента с кембрийской островной дугой [8, 9]. Развитием этих представлений явились структурные исследования [10, 11], в которых обосновывается тезис, что алмазодержащий Кумдыкольский домен (террейн) испытал другую структурно-метаморфическую эволюцию, чем Кулетский домен (террейн), отделенный от Кумдыкольского Чаглинской зоной сдвигов.

Японские исследователи во главе с Ш. Маруямой с участием европейских и американских исследователей: К. Паркинсона, Б. Хакера, Л. Лиу и других, проведя картирование участков метаморфического комплекса от оз. Барчи на западе до озер Большое и Малое Чебачье на востоке и систематическое изотопно-геохимическое и минералогическое изучение пород этих участков, пришли к другим выводам. В наибольшей мере противоречия взглядов двух групп исследователей обнаружились во время полевой конференции и экскурсии в 1999 г. на Кокчетавском массиве [12]. Главным в концепции японских исследователей является представление о выдавливании (экструзии) из зоны коллизии горячего субгоризонтального клина глубинных субдуцированных пород. Глубинные высокобарические породы, по их мнению, залегают тектонически выше осадков чехла Кокчетавского микроконтинента и вызвали в подошве надвига низкобарический метаморфизм в даулетской свите (подобно метаморфизму подошвы покровов офиолитов). Доказывалось, что это был кратковременный акт в кембрийское время, все последующие события проявились незначительно.

Эти выводы вступили в противоречие со сложившимися представлениями о более молодом (ордовик-силурийском) возрасте метаморфизма даулетской свиты и ее связи с формированием гранитогнейсовых куполов. Горячие дискуссии разгорелись вокруг доказательств наличия тектонического меланжа, характера контакта высокобарических толщ и даулетской свиты, интерпритации Ag-Ag датировок, которые свидетельствовали о многоэтапности метаморфизма, полевых данных о крутом залегании толщ (а не отдельных складок) в районах Кумдыколь, Барчи, Сулутобе, подтвержденных материалами бурения до глубины 500—800 м.

Тем не менее названные исследователи под руководством Ш. Маруямы продолжали развивать свою концепцию и в наиболее полном виде опубликовали ее в коллективной монографии [13]. Но и в самой монографии отдельные главы противоречили концепции одноактной экструзии горячего клина, в частности, в статье [14] на основе систематизации структурных и изотопных данных убедительно обоснована

многоэтапность метаморфизма в Кокчетавском метаморфическом поясе. Следует также заметить, что детальные минералогические исследования, приведенные в названной монографии и других публикациях, не привнесли ничего принципиально нового по минералогии, петрологии и геохимии высокобарических пород, хотя и сопровождалось новыми многочисленными анализами. В частности, было обнаружено широкое распространение коэсита в прогрессивной зоне гранатов Кулетского домена, где достоверных находок алмазов до сих пор неизвестно. Однако сведения о первых находках коэсита в гранате гранат-кианит-слюдяных сланцев Кулетского участка были опубликованы [15] до названных публикаций японских авторов и доложены Н.Л. Добрецовым на семинаре в Университете Васеда (Токио) в конце 1998 г. Другое систематическое исследование касалось изотопных возрастов цирконов, в частности, древних возрастов в породах даулетской свиты (520—505 млн лет). Но мы их трактуем как возраст первого (ставролит-гранатового) этапа метаморфизма, а второй, главный, этап (андалузит-кордиеритовый) датируется по  $Ar-Ar$  определениям (430—405 млн лет).

После названной полевой конференции и экскурсии 1999 г. исследования Кокчетавского метаморфического пояса продолжались в рамках программы ГДП-200 (составления геологических карт масштаба 1:200 000). Полученные новые результаты касаются прежде всего широкого проявления ордовикского этапа деформаций и метаморфизма, микропалеонтологического датирования толщ, выявления раннеордовикских олистостром [16]. Площади алмазоносных пород Барчинского участка в ходе этих работ были расширены и окончательно стало ясно, что они ограничены только Кумдыкольско-Барчинским доменом (террейном) [17]. Продолжились изотопные исследования алмазосодержащих пород и пород обрамления [16, 18]. В ряде работ развивается модель многостадийной обдукции метаморфических пород сверхвысоких давлений [16, 19]. В этой модели принимается, что на первом этапе скорость эксгумации могла достигать 1 м/год. Высокая скорость эксгумации отмечается и для других метаморфических комплексов сверхвысоких давлений [20].

Результаты этих новых исследований и обобщение предыдущих опубликованы в настоящем выпуске. В значительной мере они являются альтернативными концепции японских исследователей. Статьи выпуска сгруппированы в два раздела: тектоника, стратиграфия и метаморфизм; геохронология, геохимия, петрология и минералогия.

В первой статье (Н.Л. Добрецов и др.) обосновывается модель двухэтапной коллизии и эксгумации высокобарических пород. В первый (раннесреднекембрийский) этап были сформированы и эксгумированы алмазосодержащие породы и эклогиты в результате субдукции и последующей коллизии Кокчетавского микроконтинента с островной дугой. На втором этапе в раннем ордовике после перескока зоны субдукции была сформирована новая Степнякская островная дуга и окраинное море. Столкновение микроконтинента с новой дугой привело к повторной эксгумации высокобарических пород и формированию субдукционно-коллизийного пояса, в котором совместились образования различных глубин палеосубдукционной зоны. В статье И. де Граве и других на основе детального картирования и  $Ar-Ar$  датирования слюд из пород разломных зон показана сложная структура центральной части Кокчетавской субдукционно-коллизийной зоны, сформированной в раннем ордовике (485—480 млн лет).

Фаунистические остатки в кремнистом матриксе олистостром, их состав и структурное положение в покровно-надвиговой структуре зоны сочленения Кокчетавского субдукционно-коллизийного пояса со Степнякской островной дугой охарактеризованы в статье О.Т. Обут и других. В работе В.В. Коробкина и А.В. Смирнова обосновывается сложная многоэтапная палеозойская эволюция островных дуг Северного Казахстана. В целом доказательств раннеордовикского этапа субдукции и коллизии при формировании кокчетавского метаморфического комплекса накапливается все больше и больше. Остается проблема идентификации венд-кембрийской островной дуги, с которой было связано формирование Кокчетавской субдукционно-коллизийной зоны и геологических доказательств (кроме изотопных возрастов) кембрийского этапа коллизии и эксгумации.

Раздел петрологии и геохимии открывается статьей Н.Л. Добрецова с соавторами, в которой приводятся данные о структурном положении, составе и возрасте позднекембрийских супрасубдукционных шалкарских офиолитов. Датирование цирконов из плагиогранитов дает основание авторам трактовать возраст офиолитов в интервале 495—485 млн лет. В статье В.С. Шацкого с соавторами показано, что субдуцированная континентальная кора на разных стадиях метаморфической эволюции, включая стадию эксгумации, может быть источником высокоплотных флюидов или расплавов, метасоматизирующих верхнюю мантию.

Минералого-петрографические исследования клиноцоизитовых гнейсов из алмазосодержащего месторождения участка Барчиноль позволили А.В. Корсакову с соавторами высказать предположение об образовании силикатно-карбонатных расплавов в результате плавления в условиях сверхвысоких давлений. Плавление привело к реологическому разуплотнению пород и тем самым могло повлиять на эксгумацию высокобарических ассоциаций.

В приведенном в статье Дж. Херманна с соавторами обзоре результатов датирования цирконов на ионном зонде показано, что цирконы формировались не только в период пика метаморфизма, но и на регрессивной стадии.

В статье Н.В. Соболева с соавторами охарактеризованы уникальные Mg-Ca гранаты из алмазодержащих известково-силикатных (метаморфических) пород, а также формирование симплектитов гранулитовой фации на стадии эксгумации алмазодержащих пород.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Розен О.М., Зорин Ю.М., Заячковский А.А.** Находки алмазов, связанных с эклогитами докембрийского Кокчетавского массива // Докл. АН СССР, 1972, т. 203, с. 674—676.
2. **Sobolev N.V., Shatsky V.S.** Diamond inclusion in garnets from metamorphic rocks: a new environment for diamonds formation // Nature, 1990, v. 343, p. 742—746.
3. **Розен О.М.** Особенности внутреннего строения и эволюции некоторых докембрийских массивов палеозой // Тектоника средних массивов. М., Наука, 1982, с. 9—12.
4. **Абдулин А.А., Шлыгин А.Е.** Металлогения и минеральные ресурсы Казахстана. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1983, 312 с.
5. **Соболев Н.В., Шацкий В.С.** Включения минералов углерода в гранатах из метаморфических пород // Геология и геофизика, 1987 (7), с. 77—80.
6. **Шацкий В.С., Соболев Н.В., Заячковский А.А. и др.** Новое местонахождение алмазов в метаморфических породах как доказательство регионального метаморфизма ультравысоких давлений в Кокчетавском массиве // Докл. АН СССР, 1991, т. 321, с. 189—193.
7. **Claoue-Long J.C., Sobolev N.V., Shatsky V.S., Sobolev A.V.** Zircon response to diamond-pressure metamorphism in the Kokchetav massif, USSR // Geology, 1991, v. 19, p. 710—713.
8. **Dobretsov N.L., Sobolev N.V., Shatsky V.S. et al.** Geotectonic evolution of diamondiferous paragneisses, Kokchetav complex, northern Kazakhstan — the geologic enigma of ultrahigh-pressure crustal rocks within a Paleozoic foldbelt // The Island Arc, 1995, v. 4, p. 267—279.
9. **Zhang R.Y., Lion J.G., Ernst W.G. et al.** Metamorphic evolution of diamond-bearing and associated rocks from the Kokchetav massif, Northern Kazakhstan // J. Metamorp. Geol., 1997, v. 15, p. 479—496.
10. **Добрецов Н.Л., Тениссен К., Смирнова Л.В.** Структурная и геодинамическая эволюция алмазодержащих метаморфических пород Кокчетавского массива (Казахстан) // Геология и геофизика, 1998, т. 39, с. 1645—1666.
11. **Theunissen K., Dobretsov N.L., Shatsky V.S., Smirnova L.V.** The diamond-bearing Kokchetav UHP massif in northern Kazakhstan: exhumation structure // Terra Nova, 2000, № 12, p. 181—187.
12. **Diamondiferous** and high-pressure metamorphic rocks of the Kokchetav massif // Field Guide Book of the IV International Eclogite Field Symposium, August 1999 / Eds. N.L. Dobretsov, N.V. Sobolev, V.S. Shatsky. Novosibirsk, 1999, 134 p.
13. **Parkinson C.D., Katayama I., Liou J.G., Maruyama Sh.** The diamond-bearing Kokchetav massif, Kazakhstan. Tokyo (Japan), Univ. Acad. Press, 2002, 480 p.
14. **Hacker B.R., Calvert A., Zhang R.Y. et al.** Ar/Ar geochronology of diamond-bearing metasedimentary rocks from the Kokchetav massif // The diamond-bearing Kokchetav massif, Kazakhstan. Tokyo (Japan), Univ. Acad. Press, 2002, p. 397—412.
15. **Шацкий В.С., Тениссен К., Добрецов Н.Л., Соболев Н.В.** Новые свидетельства метаморфизма сверхвысоких давлений в слюдяных сланцах участка Кулет Кокчетавского массива (Северный Казахстан) // Геология и геофизика, 1998, т. 39, с. 1039—1044.
16. **Добрецов Н.Л., Буслов М.М., Жимулев Ф.И.** Кембро-ордовикская тектоническая эволюция Кокчетавского метаморфического пояса (Северный Казахстан) // Геология и геофизика, 2005, т. 46, с. 806—816.
17. **Shatsky V.S., Sobolev N.V., Korsakov A.V. et al.** A new occurrence of diamondiferous rocks in Kokchetav massif (Northern Kazakhstan) // Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft, 2005, B. 150, p. 138.
18. **Hermann J., Rubatto D., Korsakov A.V., Shatsky V.S.** Multiple zircon growth during fast exhumation of diamondiferous, deeply subducted continental crust (Kokchetav massif, Kazakhstan) // Contr. Miner. Petrol., 2001, v. 141, p. 66—82.
19. **Dobretsov N.L., Shatsky V.S.** Exhumation of high-pressure rocks of the Kokchetav massif: facts and models // Lithos, 2004, v. 78, p. 307—318.
20. **Rubatto D., Liati A., Gebauer D.** Dating UHP metamorphism / Eds. D.A. Carswell, R. Compagnoni. Ultrahigh pressure metamorphism // EMU Notes in Mineralogy, 2003, v. 5, p. 75—100.

*Н.Л. Добрецов*