

## 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 остро дискуссионными. 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 Ar-Ar 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  $\text{Ar-Ar}$  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  $\text{Ar-Ar}$  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 плагิโอгранитов 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-Са гранаты из алмазосодержащих известково-силикатных (метаморфических) пород, а также формирование симплектитов гранулитовой фации на стадии эксгумации алмазосодержащих 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 палеозойд // 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 алмазосодержащих 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