

ПЕРСПЕКТИВЫ КОРЕННОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ МОНГОЛИИ

Д.ДОРЖНАМЖАА¹, С.БУДНЯМ², Д.М.ВОИНКОВ³,
Ц.ТУЛГА⁴, Х. БОЛОРМАА⁵

¹.Палеонтологический Центр, Монгольская Академия Наук

².Институт Физики и Технологии, Монгольская Академия Наук

³.ВНИИГЕОСИСТЕМ, Россия

⁴.Тн Эс Ресурс" Компания

⁵.Центр геологических исследований

В настоящее время на Земле существуют месторождения алмазов трех генетических типов и восьми генетических групп: 1) эндогенные-кимберлиты, лампроиты, гипербазиты, базаниты, карбонатитоиды, метаморфиты; 2) космогенные-импактиты в метеоритных кратерах; 3) экзогенные-речные, прибрежные и подводные морские россыпи. Поиски месторождений алмазов всех типов проводятся в широких масштабах практически на всех континентах.С помощью шлихо-минералогического метода в последние 20 лет выявлены крупные алмазоносные провинции в Австралии, Китае, России-Архангельская область, в Канаде. Лампроитовая провинция Австралии(трубка Аргайл) открыта по хромшпинелидам и алмазам при шлиховом и мелкообъемном опробовании водотоков [9,12]. Согласно представлениям А.Д.Харькива с соавторами [12] ,алмаз полигенный минерал, образующийся не только в условиях земных недр , но и при сверхскоростном соударении космических тел с Землей.

На протяжении 130 лет успешно эксплуатируются коренные месторождения алмазов, связанные с кимберлитовыми трубками взрыва или диатремами. Большинство исследователей считает, что алмаз кимберлитов кристаллизовался на большой глубине (порядка 200-250 км) в мантии Земли в области его стабильности ($P > 45$ ГПа , $T = 900-1400^{\circ}C$). Форма залегания алмазоносных кимберлитов –трубки и дайки; силлы кимберлитов обычно не содержат алмазов [12]. В середине 70-х годов в Австралии были открыты трубки взрыва, выполненные алмазоносной породой-лампроитом, отличающимся от кимберлитов высокими содержаниями Ti, K, P и некоторых других элементов . В конце 60-х годов в Сибири В.Л.Масайтисом с соавторами [8] открыт новый генетический тип коренных месторождений алмазов, связанный с так называемыми импактитами-породами,

сформировавшимися в результате удара космических тел о поверхность Земли. Импактные алмазы отличаются специфической морфологией зерен, часто унаследованной от формы зерен замещенного графита и содержит иногда гексагональную модификацию алмаза-лонсдейлит. В середине 60-х годов А.А.Заячковским и Ю.А.Полкановым была открыта одна новая генетическая группа коренных месторождений алмаза, приуроченная к кристаллическим породам метаморфического комплекса, локализованная в Кокчетавском массиве Казахстана [10]. Алмазы метаморфического комплекса необычны: размеры их зерен редко превышают десятые доли миллиметра. Они образуют кристаллы кубического габитуса, а также скелетные формы кристаллов и их сростки. Алмазы древнего метаморфического комплекса, по всей вероятности, могли образоваться в коровых условиях при Р-Т параметрах, подходящих для этого минерала. В многочисленных публикациях стали появляться сообщения о находках алмаза в различных типах изверженных пород-базальтах, пикритах, ультрабазитах и др. Информация об этих находках приведена в работе Ф.В. Каминского[7].

Учитывая вышеизложенное, переходим к вопросу о состоянии изученности алмазоносных структур Монголии и их перспективности. Территория Монголии остается еще слабо изученной на наличие алмазоносности. Можно утверждать, что её территория весьма разнообразная и интересная по геологическому строению представляет собой уникальную природную лабораторию. В этой природной лаборатории можно встретить множество неожиданных редких природных явлений, свидетельствующих о формировании и развитии алмазоносных структур.

В результате структурно-геологических и минералогических исследований шлихов на территории Западной Монголии нами впервые выявлены и подтверждены Агит-Хангайская и Хурэ-Мандальская алмазоносные астропайпные (импактно-интрузивные трубки) структуры, ранее неизвестные в Монголии и Центральной Азии [4]. В этих алмазоносных астропайпах установлены золоторудные и платиновые (Агит-Хангай) образования коренного и россыпного типа. В 250 км к северо-западу от Агит-Хангайского астропайпа обнаружена весьма интересная Хан-Хухейская алмазоносная динамо-метаморфогенная структура и связанная с ней террасовая золотоносная россыпь[3,4].

Рассмотрим подробнее эти интересные с геологической и минерагенической точки зрения образования.

Агит-Хангайская астропайпная структура

Эта структура находится в 60 км к юго-западу от аймачного центра Улиастай и в 40 км западнее сомонного центра Алдархаан. Изучение структуры началось в 1997 году в ходе составления новой геотектонической карты Монголии [13]. Было выдвинуто предположение о её ударной метеоритной природе. Поздними работами это предположение было полностью подтверждено [3,4,5,6]. Кольцевая структура хорошо выделяется на всех космических, аэрофотоснимках и представляет собой тип астропайпа диаметром до 10.5 км. Этот новый термин предложен нами впервые для интерпретации полигенного космогенно-эндогенного, генетического типа рассматриваемой структуры. Основными морфоструктурными элементами является внутренний кольцевой желоб (кратер), внутреннее кольцевое поднятие (центральное поднятие и вал) и внешний кольцевой желоб (депрессия). Кратерная часть заполнена валунами, глыбами и обломками кислых и субкислых магматических пород гранитиодного состава. В горном массиве Агит-Хангай эти рудоносные породы названы Д.Доржнамжаа агизитами. По составу и строению эти специфические породы напоминают альбититы, или грейзинированные аляскитовые субвулканические образования, а отчасти сходны с березитами. Общий диаметр кратера 2×2.5 км, среднее отношение H/D 0,18, а глубина котловины по отношению к оконтуривающему её валу составляет от 300 до 450 м. По данным магнитной съемки, проведенной в 2000-м году Я. Уламсайном, установлена отрицательная магнитная аномалия вокруг рамы кратера. В агизитах наблюдается интенсивная серицитизация, альбитизация и охристая лимонитизация наряду с процессом сульфидизации и каолинизации. Кольцевая депрессия заполнена современными рыхлыми отложениями аллювиального генезиса. Шлихо-минералогическим методом поисков обнаружено свыше 50 минеральных видов [3,4,5,6]. Среди них нами впервые обнаружены алмаз, золото, шеелит, муассанит, хамарбаевит, франколит, гранат (пироп-альмандинного ряда), пикроильменит, стишовит, рутил, фаялит, сфен, графит-2H, шпинель, хромдиопсид, камасит, хангаит (тектит), уайраит, кульсонит, сферокобальтит, хронстедит, некоторые

рудные элементы-родий, рений, редкоземельные элементы и другие. Значительный минералогический интерес представляет собой черные магнитные шарики, выявленные в большом количестве в рыхлых образованиях астропайпа. В этих шариках обнаружены и достоверно диагностированы магнетит, самородная медь, железо, камасит, рений, свинец, фаялит, хамарбаевит, графит-2H, а также редкоземельные элементы цериевой и иттриевой групп [6]. Астропаипные алмазы, обнаруженные впервые Д.Доржнамжаа, изучены в 2001 году специалистами ЯНИГП ЦНИГРИ [6]. Алмазные зерна изучались на электронном микроскопе JXA 8800R японской фирмы JEOL. В результате исследования в алмазных кристаллах обнаружены характерные для них полосы люминесценции N3 (415NM), N3 (или N4). На кристаллах присутствуют реликтовые грани октаэдра и сколовые поверхности механического и протоматматического происхождения. Сами кристаллы бесцветные, прозрачные, без включений, с многочисленными глубокими внутренними трещинами. По морфологическим признакам, изученным Б.С. Помазанским, отдельные зерна имеют все признаки обычных кимберлитовых кристаллов. На это указывают октаэдрический габитус, отсутствие включений, прозрачность. В результате выполнения несколько сотен химических и спектральных анализов удалось выявить золотоносность /среднее содержание 1.0г/т/ в агизитовых породах, слагающих целиком кратерную часть астропайпа. Пробность золота 680-700 и 810-900. Некоторые штокверковые и прожилковые рудные тела характеризуются значительными, более-менее равномерными концентрациями золота и обильной сопутствующей сульфидной минерализацией много элементного состава.

Хурэ-Мандальская астропиальная структура

Кольцевая с радиально-лучистым типом строения структура Хурэ-Мандал находится в 820-830 км западнее аймачного центра Баянхонгор вблизи одноименного горного массива и сомонного центра Хурэ-Марал. Главные геолого-структурные поля района Хурэ-Мандальского астропайпа-грантоидные интрузии мезозойского (?) возраста и вулканиты позднего палеозоя. Основными морфоструктурными элементами астропаипной структуры являются [3,4,5,6]:

I–Внутренняя (малая) желебообразная кратерная мульда или плоская центральная впадина;

II–Внутреннее кольцевое поднятие или тектонический вал (центральное поднятие);

III–Внешний кольцевой желоб или кольцевая депрессия;

IV–Внешнее структурное кольцевое поднятие или наружный кольцевой вал;

V–Внутренний (большой) межгорный кратер

Диаметр астропайпа 11 км, среднее отношение H/D 0,16, глубина котловины-106-408 м.

Собственно, I-й элемент структуры представлен высыпками щебня пород различного состава, предположительно как коптогенно, так и цокольного комплекса, II-й элемент представлен матрацевидными /провоцированными/ грани- тоидами с обилием уникальных образований-включений / ксенолитов/ пород основного состава и зювитоподобных кристаллокластических образований, III-й элемент заполнен современными рыхлыми отложениями с присутствием обломков, брекчий разного генезиса, IV-й элемент представляет собой базитовые ветвящиеся радиальные дайки, состоящие из различных полимиктовых лавобрекчий и тагамитов, V-й элемент астропайпа сложен выдержанными горизонтами золотоносных галечников мощностью до 20-25м, в которых удалось выявить золотые округлые сферические агрегаты (сферолиты), имеющие почти правильную округлую форму. Размеры зерен от 0,3 мм до 1,5 мм крупнее. Предварительные результаты показывают, что содержание золота в породах первого, второго и четвертого элементов астропайпа колеблется от 0,1 до 4 г/т. Коптогенные галечники и конгломераты характеризуются содержанием золота от 0,1 до 3 г/т. Интрузивные и коптогенные образования этих структурных элементов сопровождаются многочисленными россыпными проявлениями золота при среднем содержании 0,3-0,5 г/м³, крупность золота от 0,1 до 1,5 мм.

В штучных пробах выявлены специфические минералы коптогенного и глубинного генезиса: микроалмаз, метеоритное железо, коэсит, гранат пироп-альмандинового ряда и муассанит [4, 6]. Зювитоподобные обломочно-брекчиевые образования и расплавные импактиты ксенолитообразных тел из диалитов-мелкозернистых меланократовых включений базитового

состава, обнаруженные в гранитоидном куполе в большом количестве, служат безусловным свидетельством импактного процесса. Полагаем, что падение метеоритного тела произошло во время проявления герцинского-раннемезозойского диастрофического цикла. Это обстоятельство, возможно, имеет существенное значение для понимания многих особенностей астропайпной структуры. Безусловно, что в период диастрофизма имел место общий подъем теплового фронта из недр Земли к её поверхности. Наряду с этим, раздробленное состояние земной коры на участке волнового удара метеоритного тела вполне могло обусловить локализацию там колонны просачивающихся горячих флюидов, отчасти анатектических расплавов и следовательно вызвать воздымание мобилизованного полупластичного гранитного фундамента в виде диапира или протрузии. В результате так могла произойти "инверсия" астропайпа и превращение её в окаймленный купол Хурэ-Мандал.

Весьма аналогичная с вышеописанными астропайпами метеоритная ударная структура Таван-Хар-Овоо известна в Юго-Восточной Монголии, в 90 км юго-западнее города Сайн-Шанд [11]. Форма кратера в плане округлая, диаметр его 1,3 км, видимая глубина до 30-35 м от исходной поверхности, в поперечном сечении - плоскодонная из-за заполняющих его современных наносов. Кратер образован в круто залегающих протерозойских метаморфических породах северо-восточного простирания (60-70°) и заполнен четвертичным аллювием. На валу кратера среди расплавных импактитов и брекчий отмечены зювитоподобные стеклосодержащие породы. Шлиховым опробованием, проведенным нами в 2003 году в центре кратера, удалось обнаружить вещество метеоритного происхождения (мелкие осколки метеоритов, тектиты и некоторые высокобарные минералы). Интересно заметить, что в серых шлихах из шурфов глубиной до 3,0 м встречены единичные зерна граната пироп-альмандинового ряда, и коэсит в ассоциации с перовскитом. Эти находки могут служить еще одним подтверждением импактно-интрузивной природы кольцевой структуры Таван-Хар-Овоо. Индикаторные для алмаза минералы ныне находятся в условиях лабораторной обработки исследования. Согласно импактной и другим моделям, не исключены находки здесь алмазоносных импактно-интрузивных диатрем, поскольку подобные объекты возникают не только по периферии и в обрамлении космогенных структур, но и в их внутренних

частях, где они затухиваются движением глубинного потока перемещенного вещества земной коры и мантии.

Хан-Хухейская динамо-метаморфогенная складчатая структура

Рассматриваемая складчато-блоковая структура расположена на северном склоне одноименного горного хребта близи рек Хагилцаг и Баруун-Туруу в 250 км к северо-западу от Агит-Хангайского астропайпа.

В геолого-тектоническом плане эта структура размещена в пределах крупного кристаллического массива раннедокембрийского метаморфического основания, обрамленного позднепротерозойскими и раннекаледонскими подвижными зонами [14]. Именно к подобному в геолого-структурном плане блоку в Кокчетавском срединном массиве в Северном Казахстане приурочено уникальное Кумдыкольское месторождение алмазов метаморфогенного генезиса. Среди метаморфических пород древнего фундамента массива выделены два структурно-метаморфических комплекса-барунтурунский архей и хангилцагский палео протерозоя. В окрестностях р. Хангилцаг широко развиты зоны метасоматоза. Тела этих зон в пределах развития метаморфических комплексов представлены кварц-гранатовыми пироксеновыми, гранат-амфиболовыми метасоматитами. К наиболее перспективным рудоносным формациям относятся: гнейсо-кварцит-карбонатная, гранулит-тоналит-гнейсовая, кремнисто-карбонатно-сланцевая (местами с телами амфиболитов и метаультрабазитов), амфиболит-кварцито-мраморная. В результате опробования разнообразных метасоматитов сотрудники ЦНИГРИ (Москва) Т.Е.Екимова и Л.Д.Лаврова обнаружили несколько десятков кристаллов алмаза [6]. По их заключению основная часть кристаллов алмазов имеет микроскопическую размерность /до 0,25мм/, кубический габитус и лимонно-желтую окраску, что позволило исследователям объяснить их генезис метаморфогенным происхождением, аналогично алмазам кокчетавского типа. Однако при этом часть алмазов имеет октаэдрический габитус и может иметь кимберлитовое происхождение. Во время полевого сезона 2002 года нами совместно с геологами АПРОСА исследованы наиболее важные участки массива и проведено шлиховое опробование и минералогическое изучение шлихов. В

результате проведенных работ нами впервые выявлены в рыхлых отложениях аккумуляции россыпного золота и спутники алмазов-гранат пироп-альмандинового ряда, пикроильменит, циркон, рутил, шпинель, оливин, хромдиопсид и сфен. Россыпное золото обнаружено во многих шурфах глубиной 1-3,6 м, пройденных в надпойменных террасах и поймах речных долин. Размер золотинок варьирует от 0,2 до 3,0 мм, большинство из них от 0,7 до 1,0 мм. Пробность золота 900. Золото в шлифах представлено четкими по форме лепешковидными чешуйками, табличками, пластинками, которые имеют бугорчато-ямчатую поверхность, лишенную губчатого строения. Выпуклые участки характеризуется хорошей обработкой, кованностью, аналогичной описанной Н.А. Шило для северо-востока Российской Федерации [13]. По всей вероятности, это чистое галечниковое золото эндогенного происхождения. Коренными источниками его, возможно, служили древние метаморфогенно-метасоматические образования Хан-Хухейского диапирового блока или окаймленного купола.

Из древних пород весьма интересным для обнаружения алмазоносности на наш взгляд, еще является изучение наиболее преобразованных метаморфических пород Байдарагинской структуры Центральной Монголии [14]. Древний докембрий здесь представлен метаморфическими и плутоническими образованиями байдарагинского (поздний архей) и особенно бумбугерского (ранний протерозой) метакомплексов. Основным объектом наших полевых работ в 2002-2003 годах были раннепротерозойские гранатовые граниты и гранулиты, картируемые в пределах береговых и прибортовых обнажений рек Байдраг и Ульдзейт. Обработка каменных материалов находится на стадии лабораторных исследований. Предварительные результаты шлихового опробования и минералогического изучения шлихов позволили обнаружить в рыхлых отложениях некоторые индикаторные для алмаза минералы: авгит, хромдиопсид, шпинель, ильменит, пироп, альмандин, флогопит, оливин, муассанит. Кроме этого обнаружены золото, платина, циркон и др. В шлиховом материале золотоносных россыпей у местных старателей удалось наблюдать значительные содержания золота, представленного мелкими (от 0,8 до 2,0 мм) зернами, иногда с округлыми очертаниями, пластинками и палочками. Присутствуют также пирит, арсенопирит, рутил, пироп и платина. В целом, состав шлихов повторяет минералогию

рудоносных метаморфических и плутонических образований рассматриваемой структуры. В отдельных обнажениях встречаются дайки и будины пиропсодержащих базанитов и метаультрабазитов среди гранулитов и амфиболизированных подушечных лав. Особенности строения и минерагении этой интересной складчатой структуры ждут дальнейшего изучения. Необходимо подчеркнуть, что сходные структурно-геологические и минерагенические черты и их история развития древних Хан-Хухейского и Байдарагинского блоков, по нашему мнению, обуславливают перспективность их на коренную алмазоносность кимберлитового и лампроитового типов.

Кайнозойский вулканизм проявился весьма интенсивно в пределах Центральной и Восточной Монголии. Наиболее крупные успехи в изучении кайнозойского вулканизма Монголии связаны с работами совместной Советско-Монгольской геологической экспедиции АН МНР и АН СССР (по старому). В ранних работах Ю.С. Геншафта с соавторами [1] убедительно аргументировано существование двух сильно разобщенных территориально областей кайнозойского вулканизма: один район, представляющий собой субмеридиональную полосу, прослеживающуюся от Байкальской рифтовой зоны на севере до Заалтайской Гоби на юге и от р.Дзабхан на запада до оз. Угей на востоке; другой район обширное плато Дариганга на юго востоке Монголии. Небольшой ареал отмечается в бассейне р. Халхын гол

В отношении алмазоносности значительный интерес, на наш взгляд, представляет плато Дариганга площадью более 10 тыс. км². В пределах плато в последнее время выделено довольно много кольцевых структур, которые хорошо фиксируются на аэрофото-и космических снимках, а также картируются в поле. Нами были изучены отдельные кальдерообразные вулканические аппараты, сходные по морфологии с астропаипной структурой, южной части плато. Некоторые вулканические кратеры к югу от г. Шилийн Богд имеют округлые, замкнутые в плане впадины с плоскими и ступенчатыми днищами, с крутыми склонами бортов. В настоящее время эти кратеры заполнены мощными наносами и местами небольшими озерами. Примерами могут служить оз. Удийн, диаметр которого достигает 5 км, и крупная впадина к северо-западу от оз. Далай в Китае с поперечником до 10 км. Глубина последней составляет около 150м [1]. В центре кратера некоторых вулканов (Сэнжит-Ундур и др.) наблюдается внутрикратерное

поднятиё, сходное с Агит-Хангайским астропайпом. В нашей статье использованы предварительные результаты полевых и лабораторных исследований, проведенных авторами, а также существующие данные из различных литературных источников. Работами предыдущих исследователей в базальтах плато Дариганга установлены разнообразные группы глубинных пород и минералов в виде включений. Шлиховое опробование ряда вулканических центров, расположенных в центральной и южной части плато, привело к обнаружению кроме многочисленных глубинных мегакристаллов редких зерен граната по составу близких к мегакристаллам из алмазонасных базальтоидов района Шаварын Царам в Центральном Хангае [4]. Кстати, вулканические аппараты последнего объекта, представленные гранатовыми щелочными базальтоидами, изучены нами в 2003 году и собрано значительное количество вкрапленников, ксенолитов и глубинных включений. Действительно, вулканические аппараты Шаварын Царам относятся к числу редчайших разновидностей гранатовых базальтоидов с ксенолитами гранатовых ультрабазитов. Набор реликтовых акцессорных минералов, среди которых присутствуют пироп, оливин, пироксены, муассанит, ильменит, пикроильменит, хромшпинелиды, шпинель, корунд, графит, и алмаз, непосредственно указывает на присутствие здесь алмазной фации. По нашему мнению, при дальнейших всесторонних исследованиях в этом районе могут быть обнаружены трубки взрыва кимберлитовой природы. Что касается плато Дариганга, то многолетнее фундаментальное исследование строения, вещественного состава и эволюции базальтового магматизма, проведенное русскими и монгольскими геологами, дают возможность выявления в пределах различных по форме вулканических кратеров новых алмазонасных объектов кимберлитовидного или астропайпного типа.

Подводя итог краткому рассмотрению состояния проблемы алмазонасности Монголии, имеющей важное значение, можно констатировать, что ранее существующие и новые модели образования алмазонасных пород дискуссионны и ждут дальнейшего исследования. Однако накопленный в последние годы материал позволяет подойти к решению этой проблемы с принципиально иных позиций, предложенных нами.

Литература

1. Геншафт Ю.С., Салтыковский А.Я. Каталог включений глубинных пород и минералов в базальтах Монголии. М.:Наука, 1990
2. Джейкс А., Луис Дж., Смит К. Кимберлиты и лампроиты Западной Австралии. М.: Мир, 1989
3. Доржнамжаа.Д. Первые алмазоносные и золотоносные астроблемы Монголии. "Смирновский сборник-2003", М.:2003, с.25-34
4. Доржнамжаа.Д, Соёлмаа.Д. Дзабханский фосфоритоносный бассейн /фосфор, золото, алмаз/. Улаанбаатар, 2001, 168с./на монгольском языке/
5. Доржнамжаа.Д, Толстов А.В. Новые данные о минерации астроблем Монголии. Тезисы докладов II международного симпозиума "Золото Сибири-2001", Красноярск, 2001.с.40-41.
6. Доржнамжаа.Д, Толстов.А.В., Борис.Е.И., Болормаа.Х., Новые данные о геологии и вещественном составе складчатых структур Западной Монголии. Кн.: Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. ВГУ., 2003, с.654-657
7. Каминский Ф.В. Алмазоносность некимберлитовых изверженных пород. М.:Недра,1984
8. Масайтис В.Л., Футергендлер С.И., Гневушев М.А. Алмазы в импактитах Попигайского метеоритного кратера. Зап. ВМО. 1972, ч. 101., Вып.1. с.108-112
9. Петрохимия кимберлитов. / А.Д. Харьков, В.В. Зуенко, Н.Н.Зинчук и др М.: Недра,1991
10. Розен.О.М., Зорин.Ю.М., Заячковский А.А. Обнаружение алмаза в связи с эклогитами докембрия Кокчетавского массива. ДАН СССР. 1972., т.203, №3, с.674-678
11. Суетанко О.Д., Шкерин Л.М. Предполагаемый метеоритный кратер в Юго-восточной Монголии. *Астрономический вестник*, 1970, с. 261-263

12. Харьков А.Д., Зинчук.Н.Н., Крючков А.И. Геолого-генетические основы шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений. М.: Недра, 1995
13. Шило Н.А. Учение о россыпях. М.: Изд. Академии горных наук. 2000. 631 с.
14. Geotectonic map of Mongolia. 1998. Scale 1 : 2500 000. Editor – in- chief: Dorjnamjaa D. Ulaanbaatar, Mongolia.