

УДК 551.24 (1/9):553.3/4

**ГЕОДИНАМИКА И МЕТАЛЛОГЕНИЯ МЕЗОЗОЙ-КАЙНОЗОЙСКОГО
ЭТАПА ГОРНОГО АЛТАЯ****Гусев А.И., Гусев Н.И.***Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукишина, Бийск,
e-mail: anzerg@mail.ru*

Приведены данные по геодинамической обстановке и металлогении мезозойско-кайнозойского этапа развития Горного Алтая с анализом абсолютных датировок оруденения. Рассмотрены вопросы зональности эндогенного оруденения и комплексность его. Проанализированы различные типы оруденения Cu, Au, Ag, As, Sb, Hg, U, W, V, Be, Li, Ta, Nb, Sc, флюорита скарного, грейзенового, жильного, порфирового, эпitherмального типов. Отмечены многочисленные проявления металлов во флюидо-эксплозивных брекчиях. Эндогенное оруденение в металлогенических поясах формировалось в триасе, юре, поздне мелу и эоцене в обстановке плюмтектоники и мантийной тектоно-флюидо-термальной активизации.

Ключевые слова: геодинамика, плюмтектоника, тектоно-флюидо-термальная активизация мантии, магматизм, оруденение, флюидо-эксплозивные брекчи, Cu, Au, Ag, As, Sb, Hg, U, W, V, Be, Li, Ta, Nb, Sc, флюорит

**GEODINAMIC AND METALLOGENY OF MESOZOIC-CENOZOIC STAGE
OF MOUNTAIN ALTAI****Gusev A.I., Gusev N.I.***The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru*

Data on geodynamic setting and metallogeny of Mesozoic-Cenozoic stage of development Mountain Altai with analysis absolute ages of ore mineralization lead. Questions of zoning of endogenetic ore mineralization and it complex viewed. Different types ore mineralization Cu, Au, Ag, As, Sb, Hg, U, W, V, Be, Li, Ta, Nb, Sc, fluorites skarn, greisens, lodes, porphyries, epithermal analyzed. Many manifestations of metals in fluid-explosion breccia noted. Endogenetic ore mineralization in metallogenetic belts formed in Trias, Juresic, Late Cretaceous and Eocene in setting of plume tectonic and mantle tectono-fluid-thermal activation.

Keywords: geodynamic, plume tectonic, tectono-fluid-thermal activation of mantle, magmatism, ore mineralization, fluid-explosion breccias, Cu, Au, Ag, As, Sb, Hg, U, W, V, Be, Li, Ta, Nb, Sc, fluorite

Систематизация данных по палеогеодинамической обстановке, переживаемой теми или иными регионами, и совместный металлогенический анализ таких территорий с использованием данных абсолютных возрастов рудогенерирующих магматитов и рудной минерализации имеют большое значение для понимания фундаментальных и прикладных вопросов в геологии. В Алтайском регионе в последние годы получены новые данные по возрасту геологических образований и выявлены новые типы оруденения. Цель исследования – геодинамический и металлогенический анализ Горного Алтая на самый молодой мезо-кайнозойский этап.

Результаты исследований

В мезозойский этап тектоно-магматической активизации Горного Алтая, связанной с континентальным рифтогенезом, инициированным плюмтектоникой, сформирован ряд полифазных интрузивных комплексов триасового и юрского возрастов, глубинные очаги которых генерировали различные типы оруденения. Среди них важнейшую роль играют более ранние сиенит-граносиенит-лейкогранитовый айский ареал) и гра-

нит-лейкогранитовый белокурихинский ареал одноименного комплекса (шошонитовая серия. Позднее произошло становление чуйской долерит-лампрофировой (с Кубадринско-Чуйским, Джасаторско-Юстыдским и Чойским дайковыми поясами). Дайковые пояса контролируются крупными разломами субмеридиональной ориентировки мантийного заложения и нередко ассоциируют с грабеновыми молассоидами юрского возраста. Позже всех формировались массивы комплексов: гранит-лейкогранитового чиндагатуйского (с Чиндагатуйским и Калгутинским ареалами), восточно-калгутинского литий-фтористых лейкогранитов и алахинского редкометалльных гранитов. Все гранитоидные комплексы анализируемого этапа относятся к анорогенным (внутриплитным), контролируются глубинными разломами и наиболее характерны для обстановок внутриконтинентальных рифтов и плюмов. Другими словами, интрузивный магматизм мезозойского этапа Горного Алтая можно определить как магматизм автономной тектонической активизации сложного «базальтоидного» и «гранитоидного» типов, несколько разобщённых во времени

и в пространстве. Последнее и предопределило специфику рудных поясов региона: Кузнецко-Алтайского и Алтайско-Монгольского с оруденением Hg, As, Sb, Pb, Zn, Ag, W, Mo, Be, Li, флюорита и т.д.

Специфической особенностью послепериодического развития территории является проявление минерализации без видимой связи с магматизмом. К числу таких металлогенически значимых временных этапов и вещественных образований относятся цифры абсолютных возрастов формирования уранового оруденения в пределах Искровско-Белокурихинской уран-редкоземельной зоны, а также возраст некоторых эпипермальных проявлений золота, серебра, ртути, флюорита и других, приуроченных к глубинным разломам и очаговым проявлениям центрального типа, вызванных мощными взрывными флюидными струями с образованием флюидо-взрывных брекчий [1, 7].

Мезозойский Кузнецко-Алтайский рудный пояс с мощно проявленными трансмагматическими флюидами вдоль разломов мантийного заложения и дайковыми поясами щелочно-базальтоидной и щелочной базальт-сиенитовой магм. Металлогенический облик пояса определяют медно-молибден-золото-порфировое, эпипермальное золото-серебряное, а также комплексное эпипермальное оруденение пятиэлементной формации (серебро, кобальт, никель, висмут, уран), ртути, фтора, скандия, которые обязаны своим формированием из мантийных и смешанных мантийно-коровых флюидных систем [1-5].

В Казаньском грабене, по данным Т.И. Сомова, участвуют юрские отложения распадской свиты. В событийном плане с ними связываются эпипермальные проявления уранового и ртутного оруденения (Кочуринско-Сайзакский редкометалльный узел).

В изученной Чойской рудно-магматической системе золото-теллуридно-скарновое, жильное, золото-сульфидно-кварцевое и стратиформное медно-цинково-золото-теллуридное оруденение зонально размещены относительно максимума проявления даек долеритов, лампрофиров, редко гранодиоритов чуйского комплекса (керсантиты, минетты, спессартиты, вогезиты), местами составляющих в разрезе до 70% по объёму. Гранитоиды и керсантиты Чойского месторождения характеризуются весьма

высокими показателями флюидного режима, высокой восстановленностью флюидов, низкими значениями фугитивностей кислорода, что благоприятно сказывается на формировании богатого золотого оруденения.

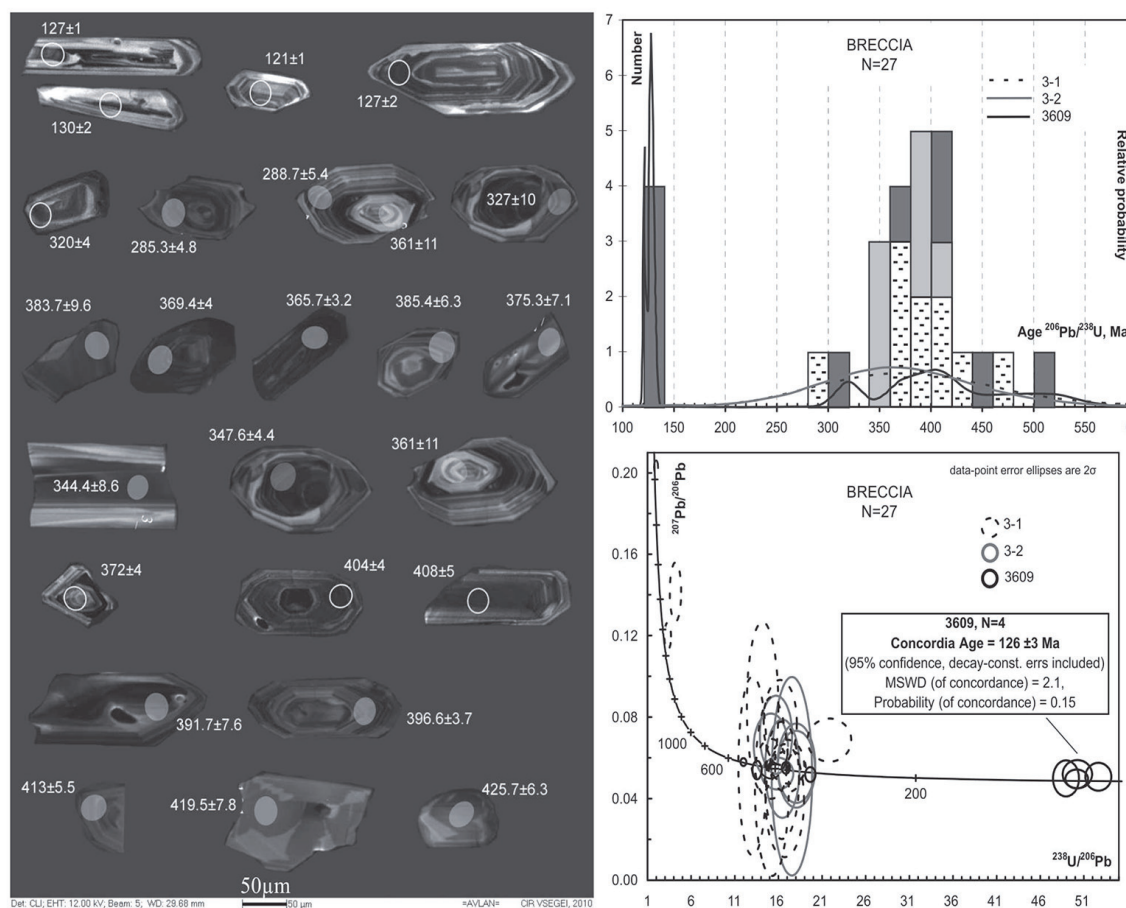
Месторождения Ag, Ni, Co, Hg детально охарактеризованы в работах А.С. Борисенко, А.А. Оболенского и других. Новые данные получены для оруденения фтора в Каянчинском рудном районе, где установлено, что в условиях повышенной сейсмической активности в Ужлепском палеогидрогеологическом бассейне (мезозой) действовала флюидно-гидротермальная система, мобилизовавшая фтор, свинец, цинк, уран из вмещающих металлотектов. Последние представлены вулканитами саганской свиты и интрузивными образованиями турочакского и кызылташского комплексов, характеризующихся повышенными содержаниями фтора и формировавшимися в зоне глубинного трансформного разлома, вдоль которого была заложена структура пул-апарт, развивавшаяся по механизму сдвига-раздвига. Помимо жильного эпипермального оруденения фтора в Каянчинском рудном районе прогнозируется стратиформное гидротермально-метасоматическое кварц-флюоритовое оруденение в контакте известняков сийской и вулканитов саганской свит.

Для Чуринского эпипермального золото-серебряного оруденения по трем пробам получены близкие конкордантные значения возраста: 389 ± 3 ; 393 ± 3 ; 390 ± 4 млн лет, соответствующие среднему девону – эйфельскому веку. В золотоносных брекчиях, наряду с преобладающей популяцией циркона с возрастом порядка 400 млн лет, присутствует циркон как с более древним (462, 1322, 1641, 2559 млн лет), так и с явно более молодым возрастом. Наиболее молодая популяция из четырех зерен (верхний ряд на рисунке) имеет конкордантный возраст 126 ± 3 млн лет (ранний мел). В цирконе с возрастом 127 ± 2 млн лет (в верхнем правом углу на рисунке) содержатся расплавные включения силикатного стекла, а также включения пеплового материала, свидетельствующие о росте кристалла в газовой-флюидной среде при формировании взрывных брекчий [7].

К северу от Чуринского проявления выделяется Аинский рудный узел с медно-золото-порфировым и эпипермальным оруденением, контролируемым кольцевыми вулканическими структурами. Этому

аномальному блоку соответствует геофизическая модель пониженных значений поля силы тяжести. Здесь выявляется 3 сближенные крупные кольцевые структуры, образующие центр более крупной вулкано-купольной постройки. По периферии её дешифрируются несколько более мелких кольцевых структур. Золото-порфировое и эпitherмальное золото-серебряное оруденение на участках Чакпундобэ, Байгол, Верх-Бийском, Андобинском контролируется телами флюидо-эксплозивных брекчий с интенсивной турмалинизацией и сопровождается аргиллизитами, пропилитами и бе-

резитами. Иногда медно-золото-порфировое и эпitherмальное золото-серебряное оруденение располагается в обрамлениях и бортовых частях рифтогенной структуры, где магмо-рудно-метасоматические системы эродированы в большей степени и на поверхности проявлены рудные срезы (проявление Суранаш). Характерны столбообразные формы рудных тел. Не исключено, что во флюидо-эксплозивных брекчиях в Аинском рудном узле могут присутствовать цирконы с таким же молодым возрастом, как и на проявлении Чурия.



Катодолуминесцентные изображения циркона с цифрами возраста в млн. лет и U-Pb диаграммы для циркона из золотоносных брекчий Чуринаского проявления

Юрский Алтайско-Монгольский редкометалльный металлогенический пояс понимается в объёме разновозрастных гранитоидных комплексов и ассоциированных с ним типов оруденения. При этом в пределах пояса выделяются две металлогенические области: на севере – Тигирекско-Белокурихинская, на юге – Алахинско-Калгутинская.

В Тигирекско-Белокурихинской металлогенической области распространены массивы айского и белокурихинского комплексов. Последние относятся к субсолвусным двуполевошпатовым гранитам и лейкогранитам шошонитового типа, с которыми ассоциирует жильное, жильно-штокверковое, реже скарновое оруденение молибдена, вольфрама, бериллия, тантала, ниобия. Важное металлогеническое и поисковое значение имеет разноранговая зональность оруденения [3]. Такая эндогенная зональность оруденения проявлена в Белокурихинском рудном районе.

В рудном районе проявлена горизонтальная асимметричная зональность в плане со сменой (с севера на юг) бериллиевой, титан-ниобиевой, вольфрамовой, молибден-вольфрамовой и молибденовой минерализации, распространённых среди гранитоидов Белокурихинского массива. В экзоконтакте отмечается ореольная жильная минерализация меди, в меньшей мере свинца и цинка. Общая последовательность смены минерализации $Be - Ta - Nb - W - W - Mo - Mo - Cu - Zn - Pb$.

В пределах северной части Белокурихинского массива известно 3 проявления урана (Искровское, Ульяновское, Черновское), локализованных в Искровско-Белокурихинской зоне, протяженностью свыше 30 км, контролируемой одноименным разломом субширотной ориентировки. Ульяновское проявление локализуется в зоне брекчирования гранитов мощностью 20 м с падением на юг под углом $30-40^\circ$ и сопровождается гамма-ореолом протяженностью 200 м. Брекчия на самом деле представлена флюидо-эксплозивным образованием. Содержания урана в ней 0,005–0,01 % на мощность до 7,5 м. Более значительные ореолы установлены на глубинах 150–450 м в зоне Белокурихинского надвига, где зоны дробления достигают мощности 50 м. Выделено более 20 рудных интервалов с содержанием урана 0,01–0,05 % на стволую мощность 0,25–3,45 м. Уран приурочен к фосфатно-глинистому материалу, кро-

ме того, отмечаются мелкие выделения торбернита, коффинита, метаторбернита. Максимальные значения содержаний урана приурочены к участкам развития цеолитов и сопровождаются повышенными содержаниями (в %): P – до 3, Li – до 0,015, La – до 0,006, Be – до 0,002, Mo – до 0,003. Возраст оруденения по изотопно-свинцовым данным от 91 до 38 млн. лет (т.е. от верхнего мела до эоцена), в среднем – 78 млн. лет. Эта мантийная тектоно-термальная активизация связана с разломной тектоникой в области перехода от Бийско-Барнаульской впадины к горно-складчатому сооружению.

К этой же металлогенической области следует относить и близкий по металльному составу оруденение Прителецкий пояс редкометалльных пегматитов. В Прителечье известен Челюш-Тузуктинский редкометалльный рудный узел, приуроченный к области развития интрузий габбро-диорит-гранодиоритового каракудюрского (D2) и гранодиорит-гранитового кубадринского (D2) комплексов, прорывающих метаморфические породы курайского комплекса. В составе гранитоидов кубадринского комплекса совместно с дайками гранит-порфиров, микрогранитов, аплитов встречаются многочисленные тела редкометалльных пегматитов предположительно мезозойского возраста. В последних присутствует оруденение олова, бериллия, тантала, ниобия. Наиболее концентрированное оруденение редких металлов локализовано в двух прогнозируемых рудных полях: Тузуктинском и Челюшском. Компактные рои пегматитов имеют меридиональную ориентировку и приурочены к разлому, который сопровождается появлением гнейсоватости в гранитоидах и обильными дайками кислого состава, имеющими щелочной и умеренно-щелочной состав. Пегматиты явно наложены на девонские гранитоиды и имеют, вероятно, нижнеюрский возраст. Пегматиты слабо изучены. Тузуктинское проявление. Редкометалльные пегматиты образуют более 100 жил на участках Тузукта и Дырях. Мощность пегматитов от 0,2 до 60 м. В них отмечена вкрапленность берилла, сиклерита, танталит-колумбита, циртолита, уранинита, висмутина, эвлитина, бисмута, халькопирита, борнита. Содержание тантала 0,01–0,03 %, бериллия – 0,002–1 %. Челюшское проявление представлено редкометалльными пегматитами мощностью от 0,2 до 2 м и протяженностью от 100

до 250 м, в пегматитах наблюдается вкрапленность берилла, тантало-ниобатов, фергусонита, гатчетолита. Содержание берилла от 0,001 до 1%, ниобия от 0,01 до 0,1%.

Кроме указанных объектов в рудном поле известны: Дырях-Кокшинское проявление, на котором обнаружено около 60 пегматитовых тел мощностью от 1 до 40 м и протяженностью от 100 до 400 м. Проявление Шалтанское со свалами пегматитов среди метаморфических пород терехтинского комплекса с диаметром глыб до 2 м с призмами чёрного турмалина; содержания (%): BeO – 0,003, Sn – 0,001-0,03, Cu – 0,001-0,3; проявление Конуй-Кот-Агачское с 50 пегматитовыми телами мощностью от 1 до 40 м и протяжённостью до 300 м; содержания (%): BeO – 0,001, Cu, Pb – 0,001-0,01 [6].

Алахино-Калгутинская металлогеническая область расположена южнее предыдущей. Металлогенический облик зоны определяют гранитоиды чиндагатуйского и восточно-калгутинского комплексов, которые относятся к анорогенным: A_1 - и A_2 -типам и попадают в поля продуктивных плюмазитовых и литий-фтористых гранитоидов. В отличие от гранитоидов Тигирекско-Белокурихинской металлогенической области анализируемые магматиты Алахино-Калгутинской области характеризуются весьма высокими значениями фугитивностей HF, коэффициентов восстановленности флюидов и низкими – фугитивности кислорода. При таких параметрах флюидного режима гранитоиды области генерируют и более масштабное оруденение W, Mo, Li, Ta, Nb.

В этой области развиты также различные типы уранового и комплексного скандий-уран-редкоземельного оруденения. Для такого оруденения по эрозионному врезу рудных тел выявлена вертикальная зональность оруденения. Самый нижний стратоеровень (гипсометрический уровень 800-1000 м) занимают руды Кумирского месторождения, локализованные в приконтактной зоне субвулканического штока кварцевых порфиров с проявленными дайками долеритов. Оруденение связано с альбитизацией, сопровождающей гнездовые и прожилковые выделения тортвейтита с уранинитом и U-Th-TR-Be силикатами. С более поздней стадией грейзенизации – кварц-турмалиновой и биотит-сульфидной связано образование сульфидов (пирротина, арсенопирита, халькопирита и др).

В скоплениях галенита здесь обнаружены уранинит, бастнезит, тортвейтит, браннерит. Определение абсолютного возраста по монофракции уранинита термоизохронным методом составило 240 млн. лет, которое позволяет рассматривать урановую минерализацию на месторождении Кумир концом среднего триаса.

Южнее Кумирского месторождения на юго-востоке Красноярского золоторудного поля в области развития вулканогенных образований среднего девона выявлено аналогичное оруденение скандий-уран-редкоземельного типа весьма схожего с Кумирским. Оно обнаружено в делювиальных свалах в виде аргиллизированных и пропилитизированных флюидо-эксплозивных брекчий по риолитам с видимой вкрапленностью пирита и галенита в прожилках кварца с сидеритом и флюоритом. Концентрации скандия в таких флюидо-эксплозивных брекчиях с прожилками варьируют от 100 до 250 г/т, урана от 0,1 до 0,5%, иттрия от 120 до 360 г/т. В пределах данной аномальной структуры геохимического поля (АГСП) отмечаются слабоконтрастные аномалии Ag и незначительные по размерам и интенсивности аномалии Pb и Zn. Уровни содержаний Sc и Y в выявленной вторичной аномалии на этом участке близки к содержаниям в рудах U-Sc-TR Кумирского месторождения (Sc 50-150 г/т, Y-191 г/т), а поля максимальных градаций АГСП сопоставимы по размерам с параметрами рудных зон месторождения. Геолого-структурные условия локализации и особенности состава аномалий позволяют предполагать парагенетическую связь полиметаллического проявления со скандий-уран-редкоземельной минерализацией, выявленной в делювии во флюидо-эксплозивных брекчиях. Это проявление по вертикали занимает самую высокую позицию в вертикальной зональности оруденения «кумирского типа» на высотах более 2000 м.

Интерпретация результатов

Рассмотренные проявления различных металлов в рудных поясах и металлогенических областях показывает, что ранее считавшаяся девонская металлогения была преобладающей в регионе, на самом деле дополняется значительно проявленными всплесками мезозойско-кайнозойского этапа, среди которых

помимо ртути, важное значение имеют эпите́рмальные золото-серебряные проявления, формировавшиеся и в меловое время в виде флюидо-эксплозивных брекчий. Формирование последних может быть связано не обязательно с магматизмом, но и проявлением мощных мантийных струй, обогащённых различными летучими компонентами, несутщими и металлы. Мантийная активизация наблюдается и в зоне перехода от Бийско-Барнаульской впадины к горно-складчатому сооружению по системе глубинных разломов, уходящих в мантию.

Выводы

Мезо-кайнозойский этап развития Горного Алтая связан с функционированием Сибирского суперплюма, а также и последующей тектоно-флюидо-термальной и мантийной флюидной активизацией.

Металлогенический спектр этапа связан с генерацией оруденения Cu, Au, Hg, As, Sb, Sc, W, Mo, Be, Li, Ta, Nb, U, TR.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.И. Металлогения золота Горного Алтая и южной части Горной Шории. – Томск: Изд-во СТУ, 2003. – 308 с.
2. Гусев А.И. Эпите́рмальное оруденение благородных металлов Горного Алтая и Горной Шории // Известия Томского политехнического университета. – Томск. – 2005. – №3. – Том. 308. – С. 32-35.
3. Гусев А.И. Металлогеническая зональность западной части Алтае-Саянской складчатой области (АССО) на герцинский этап // Успехи современного естествознания, 2013. – № 10. – С.228-234.
4. Гусев А.И. Типизация эпите́рмального оруденения серебра в Горном Алтае и Северо-Западной Монголии // Современные наукоёмкие технологии, 2014. – №4. – С. 23-28.
5. Гусев А.И. Эпите́рмальное оруденение благородных металлов Горного, Рудного Алтая и Горной Шории // Современные наукоёмкие технологии, 2014. – №4. – С. 28-33.
6. Гусев А.И. Типизация пегматитовой минерализации Алтая // Современные наукоёмкие технологии, 2014. – №3. – С.93-98.
7. Гусев Н.И., Гусев А.И., Шокальский С.П., Кашин С.В., Ларионов А.И., Толмачёва Е.В. Мезозойская тектоно-термальная активизация и эпите́рмальное золотое оруденение в Северо-Восточном Горном Алтае // Региональная геология и металлогения, 2014. – Вып. 57. – С. 49-62.