

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по научной работе
Томского государственного университета
Т.С. Краснова
» апреля 2015 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Оксаны Николаевны Кузьминой
«Геология, минералогия и условия формирования золото-сульфидного оруденения
Восточного Казахстана (на примере Байбуринского и Жайминского рудных полей)»,
представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по
специальности 25.00.11 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых,
минералогия; 25.00.04 - петрология, вулканология

Формирование золоторудных месторождений рассеянного типа является одним из самых загадочных процессов в истории Земли. Традиционно считалось, что источником золота выступают гидротермальные растворы, генерируемые гранитоидными интрузивами. Однако после открытия месторождений «черносланцевого», «Карлин» и «Карлин-подобного» типа, запасы которых определяют современную стратегию добычи металла на мировом рынке, методика поисков золотоносных объектов была резко пересмотрена. Нынешние технологии извлечения рассеянного Au из сульфидной фазы (цианирование, бактериологическое разложение и т.д.) позволяют обеспечить добычу в подобных объектах на уровне 20-30 тонн в год, что в несколько раз превышает извлечение золота из россыпных и жильных месторождений, пространственно связанных с ними.

В связи с этим, актуальность диссертационной работы О.Н. Кузьминой не вызывает сомнений. Полученные ей новые данные по минералогии, геохимии и изотопии исследованных месторождений являются несомненным вкладом в исследование золоторудной минерализации рассеянного типа Восточного Казахстана и имеет прямое практическое значение для разработки критериев поиска месторождений данной формации. Особое значение приобретает комплексный анализ структурно-вещественной организации рудоносных горных пород с применением геологических, петрологических, геохимических и минералогических методов. На вероятную связь золоторудных месторождений с офиолитами в Зайсанской сутурной зоне указывали многие авторы, в том числе А.Ф. Коробейников (1990) и А.М. Сазонов (1999). Однако в работе О.Н. Кузьминой впервые показаны полистадийность накопления золота и реальный вклад Таримского мантийного суперплюма в процесс формирования промышленных концентраций металла.

Основу работы О.Н. Кузьминой составили материалы, опубликованные в открытой

печати, полученные в результате геолого-съёмочных и геолого-разведочных работ, а также данные, собранные лично автором в течение полевых исследований с 2000 по 2014 гг. и при выполнении серии научных проектов в этот период.

Диссертационная работа О.Н. Кузьминой состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы из 270 наименований. Текст диссертации занимает 240 страниц, включая 95 рисунков и 31 таблицу. Одним из замечаний по иллюстративным материалам следует считать низкое качество рисунков, отражающих особенности структуры и характера взаимодействия породообразующих минералов в горных породах (около 10 рисунков по тексту диссертации). Нам, как специалистам в области петрографической диагностики, не ясно отличие между фотографиями шлифов, сделанных в параллельных и скрещенных николях. Возможно, нарушены условия съемки цифровой камерой или не были выдержаны параметры печати этих рисунков.

Во введении раскрываются актуальность темы, цели, задачи, фактический материал, методы исследований, научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Проведенные исследования позволили сформулировать следующие защищаемые положения.

1. Золото - сульфидная джаспероидная минерализация формирует главный объем Байбуринского рудного поля, генетически связана с плагиогранит-гранодиоритовыми интрузиями, дайками (кунушский комплекс, C_3) и гидротермально-метасоматическими преобразованиями вмещающих пород повышенной карбонатности (зоны скарнирования, золото-джаспероидного окремнения и прожилкового окварцевания). По вещественному составу руд и золота (Au 0,1-33,5 г/т; Ag 0,05-2,5 г/т) эта минерализация отвечает самостоятельной формации джаспероидов.

2. Золото-сульфидная вкраплено-прожилковая минерализация формирует главный объем Жайминского рудного поля и генетически связана с раннепермским дайковым комплексом (диабазы и *кварцевыми* гранит-порфирами). Рудовмещающими являются вулканогенно-осадочные толщи повышенной углеродистости с подчиненным значением карбонатных пород. Возраст сульфидно-вкрапленной руды 279 ± 3.3 и 272.2 ± 2.9 млн. лет ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, серицит). По вещественному составу руд и золота (Au 0,1-8 г/т; Ag 0,08-0,36 г/т) эта минерализация отвечает главной стадии рудоотложения на Суздальском полигенном месторождении (Au 0,72-44 г/т; Ag до 0,42 г/т).

3. Возрастные рубежи и геодинамические обстановки формирования золото-сульфидного оруденения Зайсанской сутурной зоны включают: первый этап – рудоподготовительный, когда появляется эпигенетическое рудное золото и золотосодержащие сульфиды в вулканогенно-карбонатно-черносланцевых отложениях островодужного генезиса (аркалыкская свита C_{1V2-3}); второй этап отвечает золотоносным джаспероидам в надинтрузивных зонах гранитоидных тел коллизионного генезиса (310-300 млн. лет); третий этап представлен золото-сульфидной минерализацией в черносланцевых толщах, связанной с реактивацией Иртышской сдвиговой зоны и Таримского плюма (285-275 млн. лет); четвертый и пятый этапы отражают полистадийное переотложение свободного

золота, обусловленное процессами ремобилизации под воздействием субщелочных кремнекислых магм (Семейтауская вулканическая структура, 260-240 млн. лет).

Все защищаемые положения вполне обоснованы в содержательной части работы. Тем не менее, структура диссертации не позволяет полностью акцентировать внимание читателя на выводах автора, которые подчеркивают главную значимость проведенных исследований.

В первой главе на основе литературных данных приведена очень подробная характеристика геологической истории формирования Зайсанской сутурной зоны, которая вмещает главный объем золоторудных месторождений и проявлений. Её достаточно большой объем (89 стр.), с одной стороны, позволяет оценить все детали строения данной структуры, но, с другой, составляет почти половину текста и изобилует лишней информацией. Учитывая, что данный блок диссертации отражает исключительно литературный обзор, сделанный автором самостоятельно, необходимо сделать ряд замечаний по тексту данной главы. Во-первых, в тексте применены термины, которые не имеют ни геологического, ни петрографического смысла. В частности, «петрографические породы» (стр. 43), «кварцевый риолит-порфир» (стр. 45) и «кварцевый гранит-порфир» (стр. 7, второе защищаемое положение), «туфогенные известняки» (стр. 52), «ликвидусной фазой является оливин» (стр. 66), «насыпной вулкан» (стр. 73). Например, в риолит-порфире во вкрапленниках обычно присутствует тридимит, а учитывая структуру образца Ж-24 («кристаллобластовая, порфиробластовая, местами роговиковая?»), для его диагностики следует применять термин «метариолит-порфир» или «ороговикованный риолит-порфир». Бескварцевых гранитов нет по определению, а оливин может быть только субликвидусной фазой, т.к. при ликвидусной температуре объем кристаллов равен нулю. Возможно, были сделаны опечатки или стилистические ошибки. По-видимому, таким примером могут служить условные обозначения к рис. 1.1, где перепутаны цветовые тона 3 и 4 для Томь-Колыванского и Рудно-Алтайского террейнов.

Дополнительно, мы хотели бы обратить внимание автора на ряд достаточно спорных моментов интерпретации этого текста. На стр. 41-48 приведена детальная характеристика гранодиорит-плагиигранитов кунушского комплекса как индикатора коллизионного столкновения Казахстанской и Сибирской литосферных плит в позднем карбоне (стр.41). В тоже время, на стр. 43 геохимические параметры данных пород сопоставляются с М-гранитами, а их изотопный состав неодима ($\epsilon Nd_T = +6.7$) отвечает продуктам плавления достаточно деплетированного мантийного субстрата. По нашему мнению, принадлежность таких гранитов к коллизионному этапу истории региона остается достаточно спорной. Следует также отметить своеобразную вольность автора при диагностике продуктов петрохимических серий. На стр. 59 утверждается, что «по суммарному содержанию щелочей породы (аргимбайский комплекс) соответствуют субщелочному ряду изверженных пород, а по содержанию калия – известково-щелочной серии повышенной калиевости (рисунок 1.19)». Во всем мире принято разделение магматических серий и пород по уровню общей щелочности на две крупные группы: повышенной (субщелочные и щелочные) и нормальной

(толеитовые и известково-щелочные). Классическая схема дискриминации петрохимических серий (Богатиков и др., 1987) не допускает возможность пересечения понятий «субщелочная серия» и «известково-щелочная серия». Выделение известково-щелочной серии, помимо, её нормальной щелочности, предполагает анализ соотношения оксидов железа и магния в породе (диаграммы Миаширо, Осборна, AFM), а не содержания K_2O , как это продемонстрировано на рис. 1.19. Учитывая главный вывод автора об исходной магме трахибазальтового состава для пород аргимбайского комплекса, становится очевидной нецелесообразность сопоставления исследуемого объекта с продуктами известково-щелочных серий.

Вторая (50 стр.) и третья (39 стр.) главы содержат описание геологических и минералого-геохимических особенностей золотоносных джаспероидов Байбуринского, а также сульфидно-врапленной и прожилковой минерализации углеродистых сланцев Жайминского рудных полей соответственно. Их содержание отвечает результатам, сформулированным в первом и втором защищаемых положениях. При этом в тексте второй главы представлены также данные геофизических исследований (наземная магнитометрия и аэромагнитная съемка разных масштабов), которые позволили автору, наряду с полевыми геологическими наблюдениями, диагностировать концентрическую структуру этого рудного поля. Нам представляется, что данный аспект исследования является крайне важным для обоснования участия локального фингер-плюма Таримской активизации, которое фигурирует в формулировке третьего защищаемого положения. В тексте третьей главы важным моментом выступают геохронологические исследования (Ar-Ar определения для серицита рудных метасоматитов), которые также подтверждают участие Таримского плюма в формировании золотоносной минерализации. Несомненным достижением работы, получившим отражение в данных главах, выступает хорошая иллюстрация материалов, как в виде фотографий, так и в виде рисунков и таблиц. Исключение составляют лишь рис. 2.17 - 2.20, 3.8 - 3.12, отражающие структурные особенности пород при съемке в параллельных и скрещенных николях. Как отмечалось выше, их качество не позволяет оценить разницу между двумя вариантами петрографических наблюдений. Серьезных замечаний к тексту данных глав нет. Они написаны вполне профессиональным языком и являются «украшением» работы.

Четвертая глава, обозначенная как «Обсуждение результатов», предполагает рассмотрение сразу нескольких аспектов генезиса золоторудных месторождений рассеянного типа Зайсанской сутурной зоны. Её содержание, во многом, отражает формулировку третьего защищаемого положения. Первый и второй разделы, освещающие эволюцию магматизма, стадийность и геодинамические обстановки формирования данной структуры, включая главные этапы формирования золото-сульфидного оруденения Карлин-типа, во

многим, повторяет текст первой главы. По нашему мнению, можно было скорректировать текст диссертации и показать главные результаты исследований автора, именно, в этих разделах, обосновывая многостадийную модель накопления золота в исследуемых объектах. Третий раздел касается, в основном, литературного обзора месторождений Карлин-типа на территории Северной Америки, но не отражает особенности Карлин подобного (Carlin-like) типа в высокоуглеродистых сланцах, известных на территории Средней Азии, Китая и Восточной Сибири. Однако, именно, этот тип более подходит для Жайминского рудного поля. Логично было бы рассмотреть тогда и подобные месторождения.

В заключении (1 стр.) приводятся основные результаты и выводы, где отмечается, что золото в структуре Зайсанской зоны имеет, скорее всего, ювенильное происхождение. Его накопление носит полистадийный характер и обусловлено воздействием нескольких этапов магматической активности.

Несмотря на указанные вопросы и замечания, рассматриваемая диссертация выполнена на высоком научном уровне. Защищаемые положения обоснованы большим количеством нового оригинального материала и не вызывают сомнений. Работа хорошо оформлена и в ней много цветных иллюстраций, помогающих восприятию изложенного материала. Содержание автореферата, в целом, соответствует тексту диссертации. Тем не менее, следует отметить, что его структура, построенная на обосновании защищаемых положений, выглядит более обоснованной и доступной для восприятия читателей. В автореферате, все достижения данной работы отражены в более сжатом и, вместе с тем, достаточно полном виде. По нашему мнению, наиболее конструктивные и серьезные замечания по данной работе могут быть отражены в отзывах на автореферат, а не на саму диссертацию.

Основные положения диссертации апробированы в 23 печатных работах, в том числе в одной монографии и 7 статьях. Полученные результаты представлены в виде тезисов докладов на 15 Международных и Всероссийских конференциях и совещаниях.

В целом, работа Оксаны Николаевны Кузьминой полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам автор, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальностям 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения; 25.00.04 — петрология, вулканология.

06 апреля 2015 г.

Профессор кафедры динамической геологии
Томского государственного университета
Доктор геолого-минералогических наук



В.В. Врублевский

634050, г. Томск, просп. Ленина, 36, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет». Телефон: 8-3822-529-468. E-mail: vasvr@yandex.ru. Василий Васильевич Врублевский.

Доцент кафедры петрографии

Томского государственного университета,

кандидат геолого-минералогических наук

И.Ф. Гертнер

634050, г. Томск, просп. Ленина, 36, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет». Телефон: 8-3822-529-445. E-mail: labspm@ggf.tsu.ru. Игорь Федорович Гертнер.

Отзыв заслушан и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации на расширенном заседании кафедры петрографии и НИЛ структурной петрологии и минерагении Томского государственного университета 9 апреля 2015 года (протокол № 110 от 09 апреля 2015 года), присутствовало 15 из 25 членов преподавательского и научно-исследовательского состава кафедры и лаборатории, включая 3-х докторов, 7 кандидатов наук и 5 аспирантов.

Председатель заседания,

заведующий кафедры петрографии ГГФ ТГУ

А.И. Чернышов

Секретарь заседания

И.В. Володина

