

УДК 553.411 (571.6)

Мельников А.В.¹, Степанов В.А.² (1 — ИГИП ДВО РАН, 2 — НИГТЦ ДВО РАН)

БЕРЕЗИТОВОЕ ЗОЛОТОРУДНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ: ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И ИЗУЧЕНИЯ

*Рассмотрена история открытия, эксплуатации и исследования среднего по запасам Березитового золотополиметаллического месторождения Приамурья. Оно было обнаружено в 1932 г. и эксплуатируется карьерным способом начиная с 2007 г. Дан обзор многочисленных публикаций в научных журналах, а также диссертаций и монографий, посвященных геологическому строению, составу руд и генезису месторождения. Отмечен значительный вклад сотрудников института ДВГИ ДВО РАН в изучении Березитового месторождения. В публикациях, посвященных Березитовому рудному узлу и золото-серебро-полиметаллическим месторождениям Приамурья, даны рекомендации по дальнейшим поискам месторождений подобного типа. **Ключевые слова:** золотополиметаллическое месторождение, открытие, исследование, состав руд, генезис.*

Melnikov A.V.¹, Stepanov V.A.² (1 — IGIP FEB RAS, 2 — NIGTC FEB RAS)

BEREZITOVYOYE GOLD ORE DEPOSIT: HISTORY OF DISCOVERY, OPERATION AND STUDY

*The history of discovery, exploitation and exploration of the average reserves of the Berezitovoye gold-polymetallic deposit in the Amur region is considered. It was discovered in 1932 and has been exploited in a quarry since 2007. A review is given of numerous publications in scientific journals, as well as dissertation and monographs on the geological structure, ore composition and genesis of the deposit. The significant contribution of the employees of the Institute of the Far East Geological Institute of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences in the study of the Berezitovoye deposit is noted. Recommendations for further prospecting for deposits of this type are given in publications devoted to the Berezitovoye ore cluster and gold-silver-polymetallic deposits of the Amur region. **Keywords:** gold-polymetallic deposit, discovery, research, ore composition, genesis.*

Введение

Месторождений золотополиметаллической формации в Приамурской провинции немного. К ним кроме Березитового отнесены небольшие по запасам месторождения — Чагоянское и Моготинское [18]. Из них эксплуатируемым и наиболее изученным является

Березитовое. В связи с этим история открытия, эксплуатации и изучения месторождения вызывает повышенный интерес как исследователей золоторудных месторождений, так и золотопромышленников.

Открытие и эксплуатация

Березитовое золотополиметаллическое месторождение расположено в нижнем течении р. Хайкта, крупного правого притока р. Большой Ольдой, в 50 км севернее от ближайшего населенного пункта — ст. Уруша Транссибирской железнодорожной магистрали. В металлогеническом плане оно относится к Березитовому золотоносному узлу Янканской металлогенической зоны Приамурской провинции [17].

В 1932 г. Ольдойским приисковым управлением в верховьях руч. Константиновский, притока р. Хайкта была выявлена мощная зона метасоматитов с золотополиметаллической минерализацией. Первоначально месторождение было названо Константиновское, но позже было переименовано в Березитовое. С 1934 по 1936 г. на месторождении проводились разведочные работы Дальневосточным геологическим трестом. В 1936–1937 гг. трестом «Верхамурзолото» была организована пробная эксплуатация руд месторождения, которая была прекращена из-за низкого извлечения золота из сульфидных руд (Ю.Н. Малаховский, 1938).

В 1960–1962 гг. на месторождении Амурской комплексной экспедицией Дальневосточного геологического управления были проведены поисково-оценочные работы масштаба 1:10000 (Н.И. Шамбуров, 1963). С 1974 по 1980 г. при производстве разведочных работ Березитовой партией Амурской геологоразведочной экспедицией ПГО «Дальгеология» были оценены запасы месторождения, составившие: золото — 42,3 т, серебро — 192,2 т, цинк — 131 тыс. т, свинец — 80 тыс. т (А.К. Иванищенко, 1982).

В 2003–2005 гг. геологической службой ООО «Березитовый рудник» были проведены детальные оценочные работы в пределах центральной части Березитового рудного поля. Составлено технико-экономическое обоснование постоянных кондиций с подсчетом запасов по Березитовому золотополиметаллическому месторождению (Г.Б. Шуляк и др., 2004). Запасы по месторождению, согласно протокола ГКЗ № 963 от 15.11.2004 г. составили по категории А+В+С₁: золото — 30888,7 кг, содержание 3,0 г/т, серебро — 141700 кг, содержание 14,3 г/т, свинец — 80 тыс. т, содержание 0,57 %, цинк — 131 тыс. т, содержание 0,93 %.

С 2007 г. ООО «Березитовый рудник» приступило к промышленной разработке месторождения открытым карьерным способом. В последние годы месторождение разрабатывается международной золотодобывающей компанией Nordgold. За период эксплуатации 2007–2019 гг. из недр месторождения добыто около 32 т золота. С начала разработки каждый год прово-

дятся как по самому рудному телу, так и на флангах поисково-оценочные, разведочные, эксплуатационно-разведочные работы с приростом запасов золота. Поэтому, несмотря на кажущееся истощение запасов, добыча золота продолжается с ежегодной производительностью около 1,5–2 т. С 2020 г. планируется начать добычу подземным способом на флангах и глубоких горизонтах месторождения.

Материалы изучения Березитового месторождения содержатся в многочисленных публикациях в научных журналах, а также в нескольких монографиях и одной диссертации.

Публикации в журналах и автореферате диссертации

Петрографическое описание метасоматитов и руд месторождения произведено С.И. Набоко, сотрудником Дальневосточного филиала АН СССР в 1935 г. В 1970-е годы к изучению структуры месторождения, состава руд и отдельных минералов подключаются Н.Я. Калинин, В.А. Гуменюк, В.А. Буряк, Б.Л. Залищак, В.А. Пахомова. В дальнейшем появляются многочисленные публикации А.С. Ваха, О.В. Авченко, В.И. Гвоздева и других исследователей. Описание месторождения содержится в ряде монографий [14–16, 19], а также диссертации А.С. Ваха [6].

В статье по металлогении золота района Березитового месторождения [5] показано, что оно приурочено к Хайкинскому блоку Сергачинской металлогенической зоны. Хотя в те годы названия месторождений золота в открытой печати в целях секретности не упоминались, Березитовое месторождение можно узнать по описанию. Оно представлено выдержанной зоной березитов субмеридионального простирания в поле развития юрских гранодиоритов и гранитов. В составе березитов преобладают кварц и серицит с примесью граната, турмалина, мусковита и полевого

шпата. Березиты раздроблены и сцементированы полиметаллическими рудами прожилково-вкрапленного и гнездового характера. Среди сульфидов преобладают галенит, сфалерит, халькопирит, арсенипирит, блеклые руды и пирит. Содержание цинка 0,92 %, свинца 0,56 %.

В статье [4] речь идет также о Березитовом месторождении, хотя название опять опущено. Указано, что рудное тело месторождения представлено не березитами, как в предыдущей статье, а анортит-биотит-гранат-турмалинсодержащими грейзенами с наложенным золотополиметаллическим оруденением. По минеральному составу вмещающие оруденение породы отнесены к кварц-мусковитовой фации грейзенов, хотя в них и отсутствуют характерные для грейзенов топаз и флюорит. Они обладают характерной только для грейзенов симметричной зональностью с традиционным концентрическим распределением минеральных фаций по отношению к осевой зоне метасоматитов. Отмечается зональное распределение руд, выраженное в тенденции усиления сфалеритовой минерализации на северном фланге, пирротиновой — на южном, а галенитовой в средней части рудной зоны.

В диссертационной работе А.С. Ваха [6] по Березитовому месторождению собран большой материал по закономерностям локализации золотополиметаллического оруденения, составу руд и генезису месторождения. В составе руд выделено два разновозрастных минеральных комплекса: золотополиметаллический и золоторудный. Золотополиметаллический комплекс представлен рудно-метасоматическими образованиями с массивной и прожилково-вкрапленной пиритовой, пирит-галенит-сфалеритовой и пирит-пирротин-сфалеритовой минерализацией. Золоторудный комплекс слагают секущие прожилковые тела с золо-

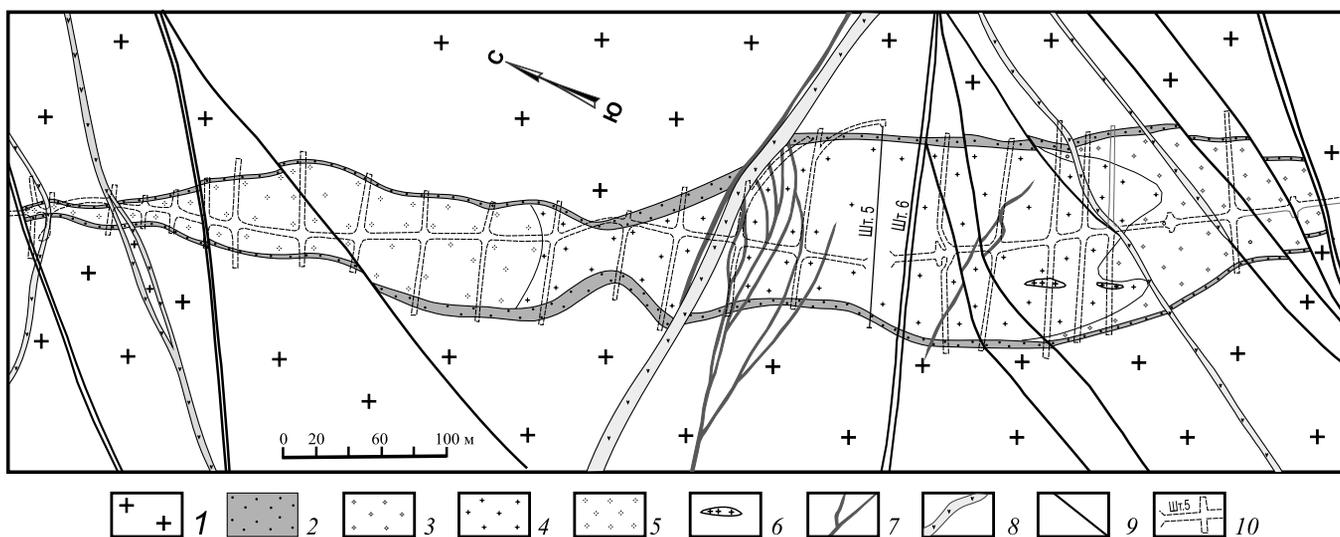


Рис. 1. Строение рудного тела Березитового месторождения на горизонте 676 м [8]: 1 — гранодиориты раннего архея; 2–5 — метасоматиты: 2 — гранат-ортоклаз-биотит-анортит-мусковит-кварцевые с пиритовой минерализацией, 3 — турмалин-гранат-ортоклаз-мусковит-кварцевые с преимущественно пиритовой минерализацией, 4 — турмалин-гранат-мусковит-кварцевые с золото-полиметаллической минерализацией, 5 — турмалин-гранат-кварц-мусковитовые с золото-полиметаллической минерализацией; 6 — ксенолиты гранодиоритов; 7 — дайки метапорфиритов; 8 — дайки спессартитов и лиоритовых порфиритов; 9 — разломы; 10 — подземные горные выработки

то-галенитовой, золото-кварц-гранат-полиметаллической и золото-кварц-сульфидной ассоциациями. Высокая степень термального преобразования руд золотополиметаллического комплекса позволяет рассматривать месторождение как гидротермально метаморфизованное. Представление о полигенной природе формирования месторождения расширяет перспективы района на обнаружение новых месторождений с собственно свинцово-цинковой и золотой минерализацией.

Следующие публикации появились в 2008–2009 гг. после начала эксплуатации месторождения карьерным способом и получения новых данных по строению и изотопному возрасту месторождения, составу руд и самородного золота. В статьях [7, 8] сообщается, что Березитовое является комплексным Au-Ag-Pb-Zn месторождением, которое по геологическому строению и составу рудовмещающих метасоматитов не имеет близких аналогов среди полиметаллических и золоторудных месторождений Забайкалья и Дальнего Востока. Оно представлено крупной зоной рудно-метасоматических пород сложного состава, локализованной среди раннепротерозойских гранодиоритов (рис. 1). В плане зона имеет сложную линзовидную форму, субмеридиональное простирание и крутой наклон в юго-западном направлении. Она объединяет два уплощенных воронкообразных тела, сопряженных на поверхности, но выклинивающихся с глубиной.

В рудах месторождения выделены два минеральных комплекса — золотополиметаллический и золоторудный. Золотополиметаллический комплекс включает золотосодержащие рудно-метасоматические образования с пирит-пирротин-сфалеритовой, пирит-галенит-сфалеритовой и пиритовой минерализацией. Самородное золото находится преимущественно в сульфидах в виде округлых или каплевидных выделений размером $>0,1$ – 2 мм. Золоторудный комплекс слагают кварцевые прожилки и жилы, секущие золотополиметаллические руды. В составе комплекса выделены золотосульфидная, золото-кварц-сульфидная и золото-кварц-гранат-сульфидная ассоциации. Самородное золото наблюдается в кварце, а также пирите, галените и арсенопирите. Размер золотинок от $0,002$ до 1 – 2 мм (рис. 2).

В Институте геологии и минералогии СО РАН было произведено изотопное $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирование двух образцов рудоносных метасоматитов Березитового месторождения [12]. При этом получены следующие датировки: гранат-кварц-мусковит-серицит-калишпатовые метасоматиты — $129,7 \pm 3,2$ – $127,3 \pm 4,4$ млн лет, мусковит-кварц-серицитовые метасоматиты —

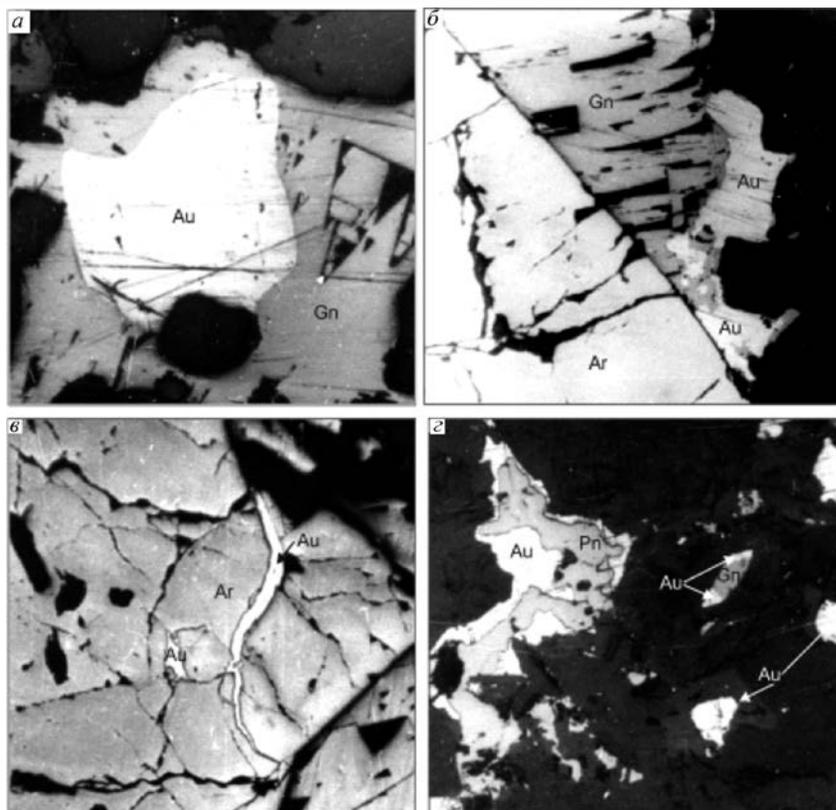


Рис. 2. Самородное золото в рудах золотосульфидной ассоциации [7]: а, б — включения золота в галените; в — микропрожилочек золота в арсенопирите; г — замещение пирротина самородным золотом, а также мелкие выделения золота, в том числе в сростании с галенитом

$132 \pm 2,9$ – $131,3 \pm 2,3$ млн лет. Таким образом, установлен раннемеловой изотопный возраст раннего золотополиметаллического комплекса месторождения, а изотопный возраст более позднего золоторудного комплекса не определен. Кроме того, выявлена принципиальная, хотя и незначительная платиноносность руд месторождения, что может увеличить его ценность.

Ряд статей в 2010–2104 гг. посвящен генезису руд месторождения. В первой из них [1] подробно рассматривается состав и метаморфизм внутрирудных даек метапорфиристов. Они прорывают основное рудное тело кварц-серицитовых метасоматитов и, в свою очередь, пересекаются золотоносными кварц-сульфидными и сульфидными прожилками. Рассмотрение условий метаморфизма метапорфиристовых даек и данных физико-химического моделирования условий формирования метасоматитов позволило сделать вывод о том, что Березитовое месторождение относится к классическим березитам. Основной особенностью его является наложенный локальный метаморфизм, который проявился в породах и сульфидных рудах, слагающих воронкообразные диатремы. Этот процесс привел к перекристаллизации ранних парагенезисов и образованию своеобразных гранат-мусковит-кварцевых и гранат-биотит-мусковит-анортитовых минеральных ассоциаций.

Во второй статье [2] представлены результаты изучения стабильных изотопов кислорода, серы и свинца

в породах и рудах Березитового месторождения. Анализ материала по составу изотопов свинца, кислорода и серы в породах и рудах месторождения Березитовое, а также ранее полученные данные по U–Pb возрасту цирконов из гранодиоритов и метасоматитов позволяют считать, что метасоматические породы месторождения, слагающие флюидно-эксплозивную структуру, образовались непосредственно по вмещающим палеозойским гранитоидам. Установленные высокие температуры сульфидных равновесий, рассчитанные по соотношениям изотопов серы в минеральных парах галенит–сфалерит, пирит–сфалерит и пирит–галенит, подтверждают наличие локального метаморфизма метасоматитов и руд, проявившегося в пределах трубообразной структуры месторождения. Состав изотопов рудного свинца служит основанием для вывода о среднепалеозойском возрасте их источника.

Третья статья [3] посвящена подробному анализу состава минеральных ассоциаций и отдельных минералов руд Березитового месторождения. Установлено, что они были сформированы в интервале температур 450–580 °С при средней величине около 500 °С. Давление оценивается в интервале 2,75–4,8 кбар при средней величине 3,9 кбар. Метасоматиты месторождения являются типичным продуктом кислотного выщелачивания гранодиоритов. Они не отвечают формациям типичных грейзенов и классических березитов. Делается предположение о выделении их в самостоятельную формацию метаморфизованных березитов.

Уникальный минеральный состав руд Березитового месторождения продолжает привлекать внимание исследователей. Так, в публикации [9] сообщается о первой находке гротита — богатой алюминием и фтором разновидности сфена. В статье [10] охарактеризована вторая в мире находка редкого арсеносиликата — червандонита в рудах месторождения. В более поздней работе [11] рассмотрен состав и генезис сурьмяно-мышьяковых сульфосолей Pb и (Pb Cu). Установлено, что сложные сурьмяно-мышьяковые сульфосоли Pb и (Pb Cu) образуют квазинепрерывные ряды твердых соединений, которые резко различаются между собой по соотношению в их составе полуметаллов, а также полуметаллов и Pb. Предполагается, что генезис сульфосолей Pb в золотоносных рудах определяется частичным плавлением сульфидных руд в процессе высокотемпературного метаморфизма руд, приводящего к образованию сульфидного расплава, обогащенного Pb и халькофильными элементами.

О перспективах золотоносности Березитового рудного узла, в котором расположено золотополиметаллическое месторождение, сообщается в статье [13]. Рудно-россыпному узлу отвечает интрузивно-купольное поднятие. В его пределах кроме Березитового месторождения расположен ряд проявлений золота и россыпей (рис. 3). Основная масса проявлений золота и россыпей тяготеет к периферии узла, свидетельствуя о значительном уровне эрозионного среза. Исходя из геолого-структурной позиции и типоморфных

особенностей россыпного и рудного золота, в верховьях р. Монголи и Коровина прогнозируется выявление большеобъемного золоторудного месторождения штокверкового типа. В бассейне руч. Петропавловский, вероятно, находится аналог золото кварцевого месторождения Золотая Гора. В юго-восточной части узла возможно выявление крупного месторождения карлинского типа. На это указывают наличие карбонатных толщ, вмещающих ртутные и золото-ртутные проявления, а также ассоциация золота и киновари в россыпях.

Перспективы выявления золотополиметаллических месторождений в пределах Приамурской золотоносной провинции рассмотрены в статье [18]. В ней приведено краткое описание Березитового, Чагойнского и Моготинского месторождений золотополиметаллического типа. Сделаны выводы о том, что месторождения этого типа могут внести значительный вклад в минерально-сырьевую базу золота Приамурья. На поиски новых месторождений подобного типа перспективны рудные узлы Чагойн-Быссинской, Туранской и Восточно-Буреинской металлогенических зон Приамурской провинции, в пределах которых имеется ряд слабо изученных проявлений золотополиметаллического типа.

Монографии

В отличие от многочисленных статей, отмечающих отдельные черты месторождения, в монографиях с той или иной степенью детальности описаны его основные характеристики. В книге о золоторудных месторождениях Востока России [15] указано, что рудная зона Березитового месторождения локализована в протерозойских плагиогранитах и гранодиоритах. Она представлена гранат-кварц-серицитовыми метасоматитами с золотополиметаллической минерализацией. Основные рудные минералы — сфалерит, галенит, самородное золото, пирит и пирротин. Золото в основном самородное, реже встречаются теллуриды золота. Средняя проба золота 747‰. Свободного золота в рудах 10–24 %, сростков с сульфидами до 80 %, включений в гранате, кварце и магнетите — 4–11 %. Величина частиц золота преимущественно 0,1–0,2 мм. Минеральные парагенезисы развивались в условиях низкого потенциала кислорода и углекислоты и в широком диапазоне температур (180–360 °С). Ближкое к этому описание Березитового месторождения содержится в книге по металлогении золота Приамурья [19]. В металлогеническом плане месторождение приурочено к Березитовому району Тукурингской золотоносной зоны.

Более подробное описание Березитового месторождения находится в коллективных монографиях о Приамурской золоторудной провинции [16] и о месторождениях рудного золота Приамурской провинции [14]. В этих монографиях раздел о Березитовом месторождении написан А.С. Вахом. Начинается раздел с позиции Березитового рудного поля, которое находится в северо-западном секторном блоке одноименного рудного узла. Рудное поле представляет

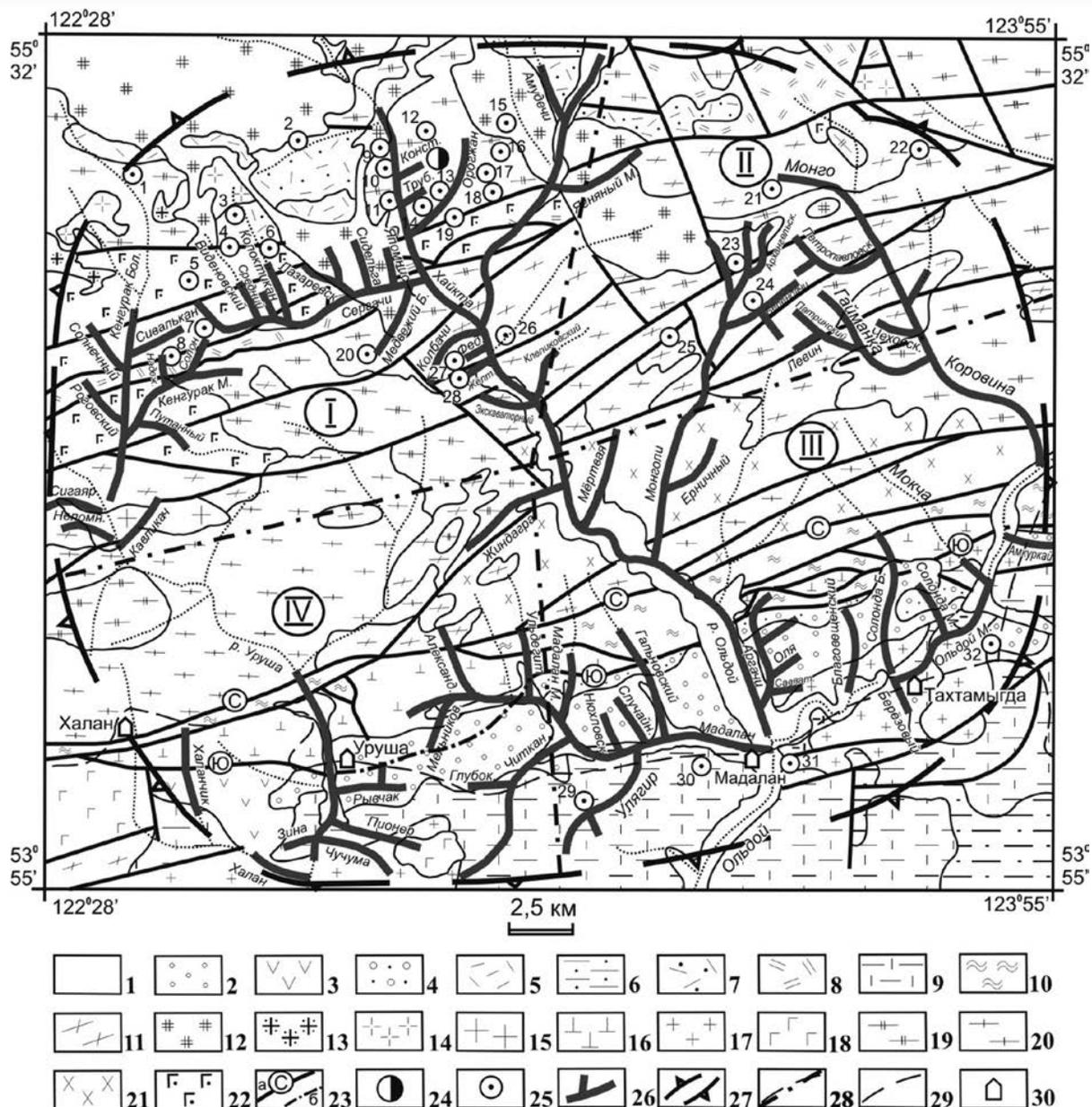


Рис. 3. Березитовый рудно-россыпной узел [13]: 1 — аллювиальные пески и галечники квартера; 2 — галечники, пески, глины белогорской свиты плиоцен-неоплейстоцена; 3 — трахиандезиты, трахиандезибазалты, их туфы моховской толщи верхнего мела; 4 — конгломераты, гравелиты, песчаники мадаланской толщи верхней юры-нижнего мела; 5 — трахириолиты, трахидациты, их туфы укурейской свиты верхней юры; 6 — песчаники, алевролиты, аргиллиты неразделенных ковалинской и ошурковской свит нижней-средней юры; 7 — туфы и игнимбриты трахириолитов, риолитов, дацитов десовской свиты нижнего триаса; 8 — трахириолиты, трахириодациты чичаткинской свиты верхней перми; 9 — песчаники, алевролиты, известняки среднего палеозоя; 10 — метапесчаники, металевролиты, зеленые сланцы, метабазальты неразделенных бальдижажской, шахтаунской толщ, джалиндинской и крестовской свит среднего палеозоя; 11 — гнейсы и кристаллические сланцы неразделенных иминской, чадорской, шургинской, амазарской, ирмакитской, минжакской свит нижнего архея; 12 — субщелочные граниты, лейкограниты, граносиениты, гранодиориты амуджиканского комплекса верхней юры; 13 — субщелочные граниты, сиениты нерчуганского комплекса нижнего триаса; 14 — трахириолиты, гранит-порфиры десовского комплекса нижнего триаса; 15 — лейкограниты, граниты амананского комплекса верхней перми; 16 — габбро, габбро-нориты, монцогаббро пиканского комплекса нижней перми; 17 — граниты, гранодиориты урушинского комплекса позднего палеозоя; 18 — габбро, монцогаббро, габбродиориты урушинского комплекса верхнего палеозоя; 19 — граниты, лейкократовые граниты, граносиениты позднестанового комплекса нижнего протерозоя; 20 — гнейсовидные граниты, гранодиориты древнестанового комплекса нижнего архея; 21 — гнейсовидные кварцевые диориты, диориты токско-алгоминского комплекса нижнего архея; 22 — метаморфизованные габбро, габбро-амфиболиты нижнего архея; 23 — разломы: а) — достоверные, б) — проходящие под рыхлыми отложениями (С — Северо-Тукурингрский, Ю — Южно-Тукурингрский разломы); 24 — Березитовое золотополиметаллическое месторождение; 25 — рудопроявления золота (1 — Кенгурак Большой, 2 — Дес, 3 — Золотое, 4 — Виденовское, 5 — Безымянное, 6 — Колокотикан, 7 — Солнечное, 8 — Надежное, 9 — Аэродромное, 10 — Восточное, 11 — Константиновское, 12 — Иншуты, 13 — Береговое, 14 — Фланговое, 15 — Иличинское, 16 — Большое, 17 — Орогжан Западный, 18 — Перевальное, 19 — Орогжан, 20 — Медвежье, 21 — Монго, 22 — Сос, 23 — Монголи, 24 — Шахта Мосина, 25 — Мертвое, 26 — Федоровское, 27 — Кварцитовое, 28 — Желтьеное, 29 — Улягир, 30 — Выручка, 31 — Томское, 32 — Ангалинское); 26 — россыпи золота; 27 — контур рудно-россыпного узла; 28 — граница секторных блоков (I — северо-западный, II — северо-восточный, III — юго-восточный, IV — юго-западный); 29 — Транссибирская железная дорога; 30 — населенные пункты

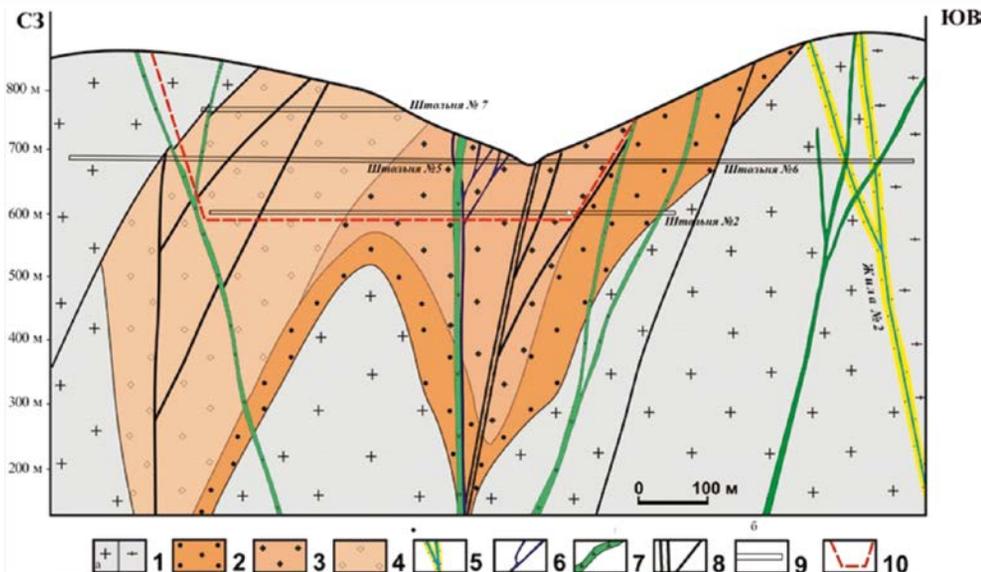


Рис. 4. Вертикальная проекция Березитового месторождения [14]: 1 — порфириновые гранодиориты и граниты (а), гнейсовидные гранодиориты (б); 2–4 — метасоматиты: 2 — турмалин-гранат-ортоклаз-мусковит-кварцевые, 3 — турмалин-гранат-мусковит-кварцевые, 4 — турмалин-гранат-кварц-мусковитовые; 5 — кварцевые жилы; 6–7 — дайки: 6 — метапорфиров, 7 — диоритовых порфиров и спессартитов; 8 — разломы; 9 — горные выработки; 10 — контур карьера

собой приподнятый блок древних метаморфических и магматических пород. Золоторудная минерализация контролируется внутриблоковыми разломами северо-восточной ориентировки, залеченными серией даек мезозойского возраста. В пределах рудного поля широко развиты минерализованные метасоматиты, слагающие зоны субширотного и субмеридионального направления. Кроме зоны № 1 Березитового месторождения известно около 10 таких зон (Фланговая, Восточная, Диоритовая, Геофизическая и др.). Месторождение представлено крутонаклонной зоной с золотополиметаллическим оруденением, локализованной в позднепалеозойских порфириновых гранодиоритах. Зона объединяет два крутонаклонных уплощенных воронкообразных рудных тела — Центральное и Северное, сопряженных на поверхности, но выклинивающихся с глубиной (рис. 4).

Детально изучен состав самородного золота. По данным 244 определений, проведенных атомно-абсорбционным анализом для золотин, выделенных из различных типов руд, средняя проба золота месторождения равна 861‰ при интервале колебаний 666–999‰. По данным микрорентгеноспектрального анализа интервал колебаний пробы золота значительно шире и колеблется в рамках 345–1000‰ (рис. 5). Гистограмма имеет сложный мономодальный вид. Отчетливо выделяются три разновидности золота: низкопробное (400–600‰), относительно низкопробное (600–800‰) и высокопробное и весьма высокопробное (800–1000‰). По данным спектрального анализа в самородном золоте наблюдаются следующие приме-

си (в масс. %): Cu — 0,001–0,04, Sb — 0,007–0,1, Fe — 0,03–0,6, Sn — 0,001–0,3, Hg — 0,001–0,08.

Заключение

Березитовое месторождение с комплексными золотополиметаллическими рудами является уникальным в Приамурской провинции, в которой преобладают месторождения и проявления золото-кварцевой формации. Поэтому оно привлекает особое внимание исследователей золоторудных месторождений Приамурья и золотопромышленников. Месторождение, открытое в далекие довоенные годы, начали эксплуатировать открытым способом только в начале XXI в. Это связано не только с наличием относитель-

но бедных руд, но и с затратной технологией извлечения золота из полиметаллических руд. С началом отработки месторождения карьерным способом связано появление многочисленных публикаций о геологическом строении рудного тела, типах руд, составе рудных минералов и генезисе месторождения. Следует отметить наибольший вклад в изучение месторождения сотрудников института ДВГИ ДВО РАН — Н.Я. Калинин, В.Р. Беляевой, Б.Л. Залищак, А.С. Ваха, О.В. Авченко, В.И. Гвоздева, А.А. Карабцова и многих других как на ранних стадиях поисков и разведки месторождения, так и после начала его эксплуатации. В публикациях о Березитовом рудном узле и золото-серебро-полиметаллических месторождениях Приамурья даются рекомендации по поискам новых золоторудных месторождений в пределах рудного узла и золотополиметаллических месторождений, подобных Березитовому, в Приамурской золотоносной провинции.

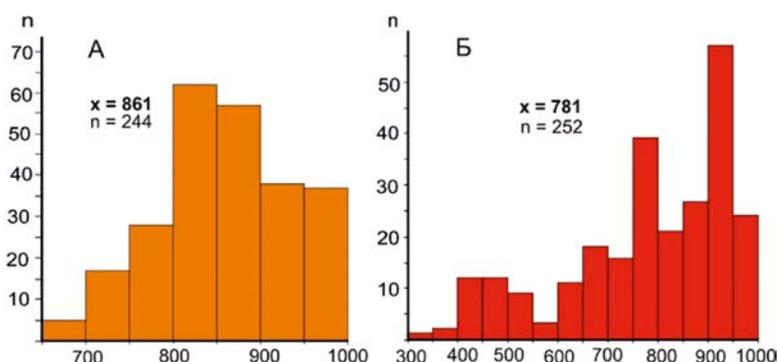


Рис. 5. Гистограммы распределения пробы самородного золота в рудах Березитового месторождения (‰) [14]: А — атомно-абсорбционный, Б — микрорентгеноспектральный метод анализа, n — количество определений, x — среднее арифметическое значение пробы

1. Авченко, О.В. Локальный метаморфизм рудно-метасоматических образований Березитового месторождения / О.В. Авченко, А.С. Вах, В.Г. Сахно и др. // ДАН. — 2010. — Т. 432. — № 2. — С. 203–209.
2. Авченко, О.В. Генезис Березитового золотополиметаллического месторождения (на основе данных по изотопному составу свинца, кислорода и серы) / О.В. Авченко, А.С. Вах, Н.А. Горячев и др. // ДАН. — 2013. — Т. 453. — № 2. — С. 185–189.
3. Авченко, О.В. Генезис гранатосодержащих пород Березитового месторождения (Верхнее Приамурье, Россия) / О.В. Авченко, А.С. Вах, К.В. Чудненко, В.О. Худоложин // Геология рудных месторождений. — 2014. — Т. 56. — № 1. — С. 19–40.
4. Беляева, В.Р. Образование анортитсодержащих грейзенов одного из рудных полей (Верхнее Приамурье) / В.Р. Беляева, Б.Л. Залищак // Тихоокеанская геология. — 1989. — № 3. — С. 95–102.
5. Васильев, И.А. Золотая минерализация Сергачинской металлогенетической зоны (Верхнее Приамурье) / И.А. Васильев, А.Г. Старк, В.А. Степанов / Генетические типы и закономерности размещения месторождений золота Дальнего Востока. — Новосибирск: Наука, 1976. — С. 98–104.
6. Вах, А.С. Золотая минерализация и особенности генезиса Березитового полиметаллического месторождения (Верхнее Приамурье) / А.С. Вах: Автореф. канд. дисс. — Владивосток: ДВГИ ДВО АН СССР, 1989. — 23 с.
7. Вах, А.С. Березитовое золотополиметаллическое месторождение; геологическое строение и состав руд / А.С. Вах, В.А. Степанов, О.В. Авченко // Руды и металлы. — 2008. — № 6. — С. 44 — 55.
8. Вах, А.С. Березитовое золотополиметаллическое месторождение / А.С. Вах, В.Г. Моисеенко, В.А. Степанов, О.В. Авченко // ДАН. — 2009. — Т. 425. — № 2. — С. 204–207.
9. Вах, А.С. Высокоглиноземистый титанит в минеральных ассоциациях Березитового золотополиметаллического месторождения (Верхнее Приамурье) / А.С. Вах, О.В. Авченко, А.А. Карабцов, В.А. Степанов // Записки РМО. — 2010. — № 6. — С. 100–113.
10. Вах, А.С. Червандонит-(Се) в рудах Березитового месторождения — вторая находка в мире / А.С. Вах, О.В. Авченко, А.А. Карабцов // Тихоокеанская геология. — 2010. — № 3. — С. 14–23.
11. Вах, А.С. Минералы Pb-As-Sb-S и Cu-Pb-As-Sb-S систем в рудах золотополиметаллического месторождения Березитовое (Верхнее Приамурье, Россия) / А.С. Вах, О.В. Авченко, В.И. Гвоздев, Н.А. Горячев, А.А. Карабцов, Е.А. Вах // Геология рудных месторождений. — 2019. — Т. 61. — № 3. — С. 64–84.
12. Мельников, А.В. Золотополиметаллическое месторождение Березитовое: основные минерогенетические особенности, возраст и связь с магматизмом / А.В. Мельников, А.А. Сорокин, В.А. Пономарчук, А.В. Травин, А.П. Сорокин // Геология и геофизика. — 2009. — № 3. — С. 258–265.
13. Мельников, А.В. Березитовый рудно-россыпной узел: геологическое строение и перспективы золотоносности / А.В. Мельников, В.А. Степанов, А.С. Вах // Вестник АмГУ. — 2014. — Вып. 67. — С. 101–109.
14. Месторождения рудного золота Приамурской провинции / Под ред. В.А. Степанова. — Благовещенск: АмГУ, 2017. — 150 с.
15. Моисеенко, В.Г. Золоторудные месторождения Востока России / В.Г. Моисеенко, Л.В. Эйриш. — Владивосток: Дальнаука, 1996. — 352 с.
16. Приамурская золоторудная провинция / Под ред. В.А. Степанова. — Благовещенск: АмГУ, 2008. — 232 с.
17. Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. Часть 2. Центральная часть провинции / Под ред. В.А. Степанова. — Благовещенск: АмГУ, — 2014. — 300 с.
18. Степанов, В.А. Золото-серебро-полиметаллические месторождения Приамурья / В.А. Степанов, А.С. Вах // Вестник СВНЦ. — 2018. — № 4. — С. 11–21.
19. Эйриш, Л.В. Металлогения золота Приамурья / Л.В. Эйриш. — Владивосток: Дальнаука, 2002. — 194 с.

© Мельников А.В., Степанов В.А., 2021

Мельников Антон Владимирович // melnikov_anton1972@mail.ru
Степанов Виталий Алексеевич // vitstepanov@yandex.ru

Нгуен Т.Х.¹, Неволько П.А.² (1 — Геологический институт Вьетнамской Академии Наук и Технологий, г. Ханой, Вьетнам, 2 — Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск)

ВОЗРАСТ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ SN И W МИНЕРАЛИЗАЦИИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ВЬЕТНАМА

*Приведены данные о геологическом строении, минеральном составе и геохимических характеристиках руд Sn и W месторождений Северо-Восточного Вьетнама. Рассмотрена специфика магматических пород, с которой генетически связана минерализация. На основании полученных данных о возрасте минерализации и магматизма делается заключение о геодинамических обстоятельствах формирования месторождений. Доказывается дискретность металлогении Sn и W на территории Северо-Восточного Вьетнама. **Ключевые слова:** Вьетнам, Ло Гам, месторождения W и Sn, геохронология, геохимия руд.*

Nguyen T.H.¹, Nevolko P.A.² (1 — Geological Institute of the Vietnam Academy of Sciences and Technologies, Hanoi, Vietnam, 2 — V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk)

AGE AND GEOCHEMICAL FEATURES OF SN AND W MINERALIZATION IN THE NORTHEAST VIETNAM

*The data on the geology, mineral composition and geochemical features of the Sn and W deposits of the Northeast Vietnam are provided. The specificity of ore-related igneous rocks is considered. Based on the obtained data on the age of mineralization and magmatism, a conclusion is made about the geodynamic conditions of the formation of deposits. The discreteness of Sn and W metallogeny in the territory of Northeast Vietnam is proved. **Keywords:** Vietnam, Lo Gam, W and Sn deposits, geochronology, ore geochemistry.*

Введение

Одна из главных геологических структур Северо-Восточного Вьетнама — структура Ло Гам (или раннепалеозойский внутриконтинентальный складчатый пояс Западный Вьет Бак) представляет собой складчатое обрамление Южно-Китайского блока [5]. В пределах структуры преобладают карбонатные и терригенно-карбонатные отложения девона и силура. Эти отложения сильно деформированы вследствие коллизий процессов, протекавших на рубеже перми и триаса. Складчатые образования структуры Ло Гам прорваны многочисленными массивами высокоглиноземистых гранитов комплекса Пию Биок, возраст формирования которого по разным оценкам лежит в интервале 254–240 млн лет [2]. В пределах зоны Ло Гам сосредоточено большое количество полиметаллических месторождений, составляющих более 80 % об-