

УДК 553.411.071

А.С. Алексеев¹, В.И. Старостин²**НОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗОЛОТА В НИЖНЕМ ПРИАМУРЬЕ — ЧУЛЬБАТКАН (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)**

Рассмотрены основные характеристики золоторудного месторождения Чульбаткан. Месторождение представляет собой крутопадающие плито- и линзообразные штокверковые рудные тела в позднемеловых плагиогранитах нижеамурского комплекса, контролируемые разломами северо-восточного и северо-западного простирания. Вмещающие оруденение породы подвержены гидротермально-метасоматическим процессам (березитизация, окварцевание и карбонатизация). Единственный полезный компонент убогосульфидных и неупорных руд — золото, содержание серебра незначительно. Ресурсный потенциал месторождения — 50 т.

Ключевые слова: золото, Чульбаткан, Нижнее Приамурье.

The article addresses to the main characteristics of Chulbatkan gold deposit. The deposit is a steeply dipping of bed and lenticular ore bodies with dessimation-veinlet mineralization in the late Cretaceous plagiogranites (Lower Amur complex), controlled by the NE and the NW faults. The host rock mineralization exposed hydrothermal and metasomatic processes (beresitization, silicification and carbonation). The only useful component of the low-graded and non-refractory ore is gold; silver grade is low. Resource potential of the deposit estimated as 50 tons.

Key words: gold, Chulbatkan, Lower Amur.

Введение. Уменьшение цены на золото повлекло за собой соответственное снижение финансирования геологоразведочных работ, как со стороны государства, так и со стороны частных компаний. Если в 2010-х гг. темп роста добычи соответствовал темпу прироста запасов (в основном за счет таких крупных месторождений, как Сухой Лог, Наталкинское, Песчанка), то в настоящее время прирост запасов уступает темпу добычи. Более того, ресурсы золота категории P_1 (данные 2013 г.) составляют всего 13% от всех категорий прогнозных ресурсов [Государственный..., 2014].

Район Нижнего Приамурья — известный с конца XIX в. золотоносный район, где осуществлялась добыча из россыпей и коренных месторождений. Добыча коренного золота велась в небольшом объеме до того, как в 1990-х гг. началось промышленное освоение сначала Многовершинного, а затем (в 2010-х гг.) и Белогорского месторождений. Интересно, что разведанное в 2006–2010 гг. крупное месторождение Албазино с упорными арсенопиритовыми рудами расположено вне известных металлогенических единиц, отмеченных в крупном региональном обобщении [Metallogenesis..., 2010], открытие этого крупного месторождения ставит новые вопросы, связанные с металлогенией золота региона и, очевидно, увеличивает его перспективы.

Чульбатканское месторождение, как и Албазинское, расположено в долине р. Амгунь (рис. 1),

на ее правом берегу в 20 км южнее пос. Удинск. Месторождение выявлено геологами Херпучинской геологоразведочной партии в середине 1980-х гг. при геологической съемке масштаба 1:50 000 как проявление с неясными перспективами, которые определялись ростом продуктивности с глубиной штокверковой золоторудной минерализации. Поисковое доизучение, оценка и разведка месторождения выполнены в 2013–2016 гг. за счет средств частных инвесторов (ООО «Третья ГТК», входящая в группу «N-Mining»). Работы на месторождении продолжаются, но уже сейчас можно уверенно говорить о ресурсном потенциале на уровне 50 т при среднем содержании 1,5 г/т.

Геологическое строение. Район месторождения относится к Баджало-Горинской структурно-формационной зоне Сихотэ-Алиньской складчатой системы, в пределах которой терригенные породы мелового, реже юрского возраста смяты в сложные складки, нарушены разломами и прорваны меловыми интрузиями среднего и кислого состава. Меньше распространены маломощные дайки основного и среднего состава мелового–палеогенового возраста. Помимо золоторудной специализации, для рассматриваемого района характерны проявления и геохимические аномалии W, Mo, Bi и Sn.

Центральная часть Чульбатканского месторождения расположена в сдвиговой зоне на контакте Чульбатской интрузии плагиогранитов

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии, геохимии и экономики полезных ископаемых, аспирант; *e-mail:* aleksrybinsk@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии, геохимии и экономики полезных ископаемых, профессор, докт. геол.-минерал. н.; *e-mail:* star@geol.msu.com

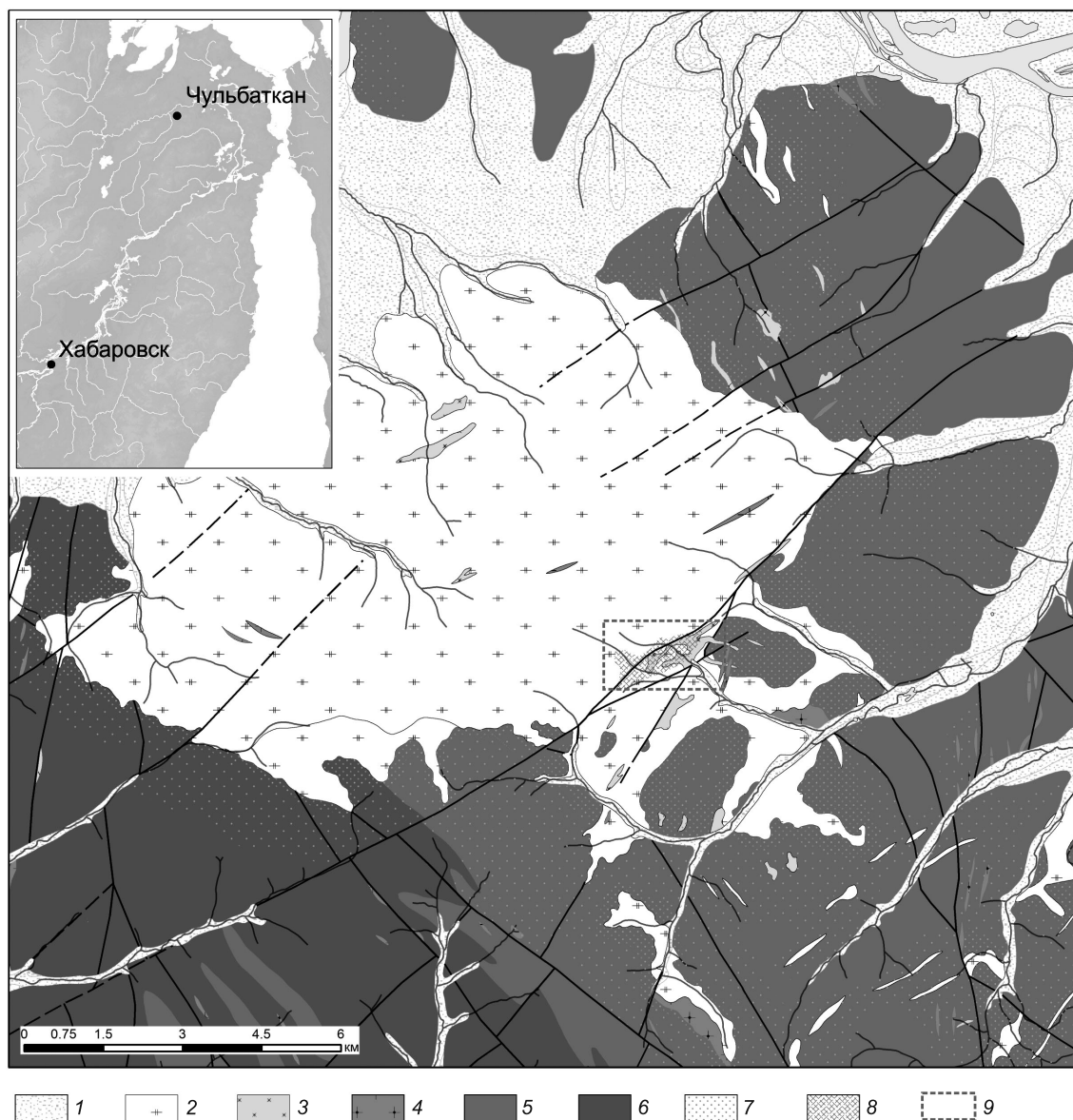


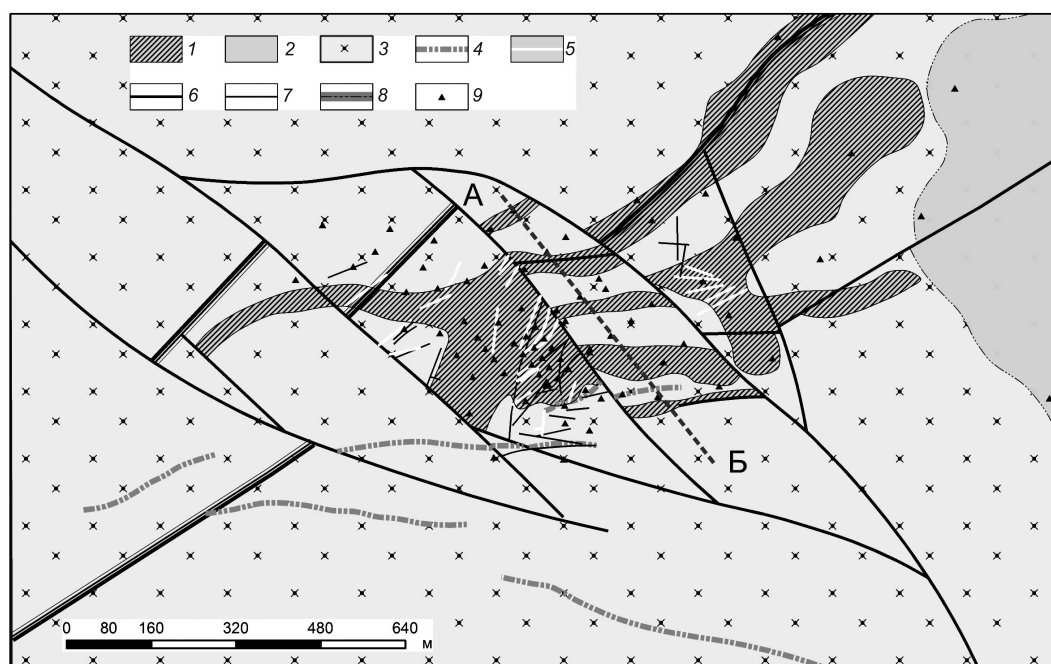
Рис. 1. Схематическая геологическая карта окрестностей месторождения Чульбаткан, масштаб 1:50 000, на врезке — местонахождение месторождения Чульбаткан: 1 — четвертичные отложения, 2 — плагиограниты второй фазы нижнеамурского комплекса, 3 — аплиты и пегматиты третьей фазы нижнеамурского комплекса, 4 — гранитоиды верхнеудоминского комплекса, 5 — меловые отложения (пионерская и горинская свиты), 6 — юрские отложения (волжский и кимериджский ярусы), 7 — ороговикование, 8 — кварц-серицитовые метасоматиты, 9 — границы месторождения Чульбаткан

и ороговикованных песчаников и алевролитов, ближе к эндоконтакту (рис. 1). Основная часть минерализованных зон находится в интрузии, и лишь редкие маломощные тела на северо-восточном фланге локализованы в ороговикованных терригенных породах. Флишоидные толщи, представленные переслаиванием алевролитов и песчаников с редкими прослоями конгломератов и гравелитов, отнесены к горинской и пионерской свитам позднеюрско-раннемелового (кимеридж-берриас) возраста.

Гранитоиды нижнеамурского позднемелового гранодиоритового комплекса составляют крупный (около 160 км²) полифазный Чульбатский массив, окруженный широким (до 2 км) ореолом ороговикования. Породы ранней фазы, представленные кварцевыми диоритами и диорит-

порфиритами, слагают маломощные интрузивные тела и дайки в экзоконтактовой части массива и встречаются крайне редко. Основную часть массива (95%) слагают биотитсодержащие тоналит-трондьемит-гранодиориты (плагиограниты) второй фазы. Завершает эволюцию массива внедрение маломощных (несколько метров, часто меньше) даек аплитовидных лейкократовых трондьемит-гранодиоритов. Характерная особенность даек поздней фазы — такситовая структура с шлирами пегматитов в центральных частях наиболее мощных даек третьей фазы. По геохронологическим определениям К–Ar-методом возраст гранитоидов соответствует позднему мелу (91–75 млн лет назад).

По содержанию глинозема гранитоиды относятся к переходным разностям от известково-



Геологический разрез по линии АБ

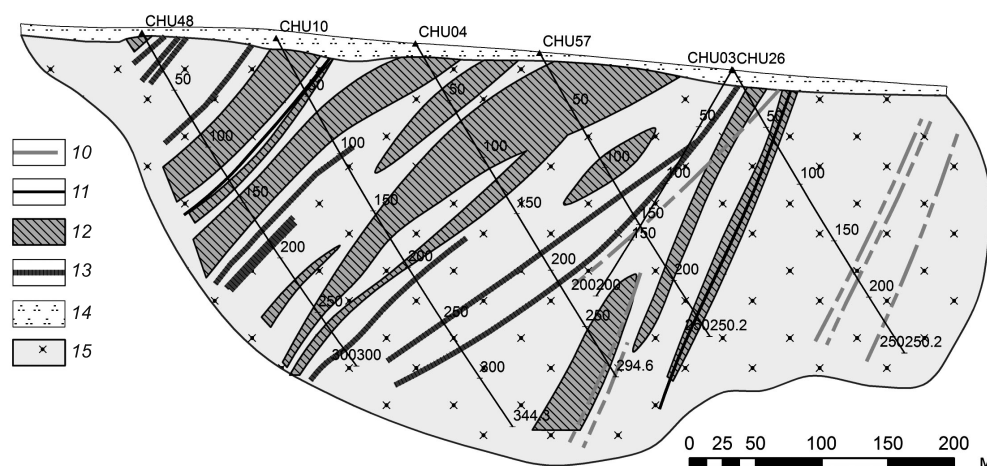


Рис. 2. Схематическая геологическая карта (вверху) и геологический разрез (внизу) через центральную часть месторождения Чульбаткан: 1 — рудное тело в плане, 2 — терригенные нижнемеловые отложения, 3 — плагиограниты второй фазы нижнеамурского комплекса, 4 — поздние дайки андезитов и дацитов, 5 — дайки аплитов и пегматитов третьей фазы нижнеамурского комплекса, 6 — главные разрывные нарушения, 7 — второстепенные разрывные нарушения, 8 — Чульбатский разлом северо-восточного простирания, 9 — пробуренные скважины, 10 — дайки андезитов, 11 — разрывные нарушения, 12 — рудные тела в разрезе, 13 — маломощные рудные тела, 14 — четвертичные отложения (делювий, пролювий), 15 — плагиограниты с дайками аплитов

щелочной к известковой серии нормального ряда.

Реже встречаются более поздние субвулканические палеоценовые (?) образования, представленные дайками андезитов и дацитов, прорывающие осадочные и интрузивные породы мелового возраста.

Интрузивные породы нижнеамурского комплекса в районе месторождения в целом характеризуются пониженной магнитной восприимчивостью, поскольку здесь основной акцессорный минерал — ильменит, а не магнетит, как во вмещающих осадочных породах и поздних дайках андезитов и дацитов.

Геолого-поисковая модель месторождения.

Золотоносность месторождения и прилегающей территории отвечает обширной области метасоматически измененных, окварцованных и лимонитизированных гранитоидов, которая геоморфологически представляет собой чашеобразную впадину. В связи с этим на проявлении было организовано поисковое доизучение объекта, включавшее геохимическую съемку по вторичным ореолам рассеяния, магнитометрическую съемку и электроразведочные работы.

Площадь геохимической аномалии золота в почвенных пробах (пробы отбирали по стандартной методике [Инструкция..., 1983]) составляет почти

2 км², при этом наиболее высококонтрастная часть (>0,1 г/т) — 0,5 км², максимальное содержание золота достигает 1,6 г/т. Аномалия практически моноэлементна. Аномальные концентрации других элементов, которые коррелировали бы с золотом, не отмечены. В то же время вокруг рудопоявления зафиксированы слабоконтрастные аномалии серебра, висмута, молибдена, вольфрама, мышьяка и марганца.

Магнитометрическая съемка при низких вариациях значений магнитного поля позволила откартировать общую структуру рудного поля. Линейные положительные магнитные аномалии трассируют поздние дайки. Зоны с пониженными значениями магнитного поля, очевидно, связаны с проявлениями метасоматических изменений, перспективными на обнаружение золотого оруденения. Электроразведочные работы (метод вызванной поляризации установкой срединного градиента) позволили уточнить положение зоны разлома северо-восточного простирания. Это нарушение фиксируется по низкими значениями величины вызванной поляризации и кажущегося сопротивления, отражающими повышенную трещиноватость и интенсивное окварцевание пород. Предполагается, что это нарушение служило главной рудоподводящей структурой.

Геоморфологически месторождение представляет собой впадину на юго-восточном склоне г. Чульбат. Предполагаемая рудоподводящая структура также хорошо просматривается в рельефе, образуя отрицательные формы.

Структура месторождения. Оруденение контролируется разломами близширотного восток-северо-восточного простирания, опоярившими основной рудоподводящий разлом северо-восточного простирания (рис. 2). Оруденение часто обрывается дайками андезитов и дацитов, крупный разлом северо-восточного простирания ограничивает распространение минерализации на северо-запад и юго-восток. По смещению рудных тел в центральной части месторождения предполагается существование второстепенной системы разломов северо-западного простирания (правосторонние сбросо- или взбросо-сдвиги).

Минерализация прожилково-вкрапленная, контуры промышленных рудных тел определяются только по данным опробования на участках более интенсивного, в том числе прожилково-вкрапленного, окварцевания, иногда в зонах серицитизации и хлоритизации. Морфологически рудные тела (рис. 2) представляют собой удлиненные, вытянутые в северо-восточном направлении плитообразные и линзообразные зоны, довольно круто (40–70°) падающие на северо-запад, их мощность от нескольких метров до 100 м. Геологоразведочные работы на месторождении в настоящее время продолжаются, поэтому размеры и морфология рудных тел будут уточняться.

Распределение содержания золота в пределах рудных тел в целом равномерное, результаты анализов дубликатов керновых проб отличаются хорошей воспроизводимостью. На фоне средних значений на уровне 1,5 г/т отмечены зоны с повышенным до >100 г/т содержанием золота, формирующие субвертикальные (?) рудные столбы.

Околорудные гидротермально-метасоматические изменения. Ореолы гидротермально-метасоматических изменений (окварцевание, серицитизация и хлоритизация) превышают по размерам рудные тела. На месторождении выделены 4 формации метасоматитов: березитизация (пирит—серицит—хлорит—кварц—карбонат), окварцевание, карбонатизация и аргиллизация.

Березитизацией более всего подвержены кварцевые диорит-порфиры первой фазы и плагиограниты второй фазы. Меньше всего этот тип изменений развит в аплитах третьей фазы.

Окварцевание, наложенное на березитизацию, проявлено в виде теневых зон метасоматического замещения с реликтами первичной структуры, а также жил замещения с неровными краями. Слабое окварцевание, плохо заметное макроскопически, микроскопически представлено новообразованием граней по первичным более крупным кристаллам кварца. Более интенсивное окварцевание заметно как в макро-, так и в микромасштабе — порода практически полностью замещена темно-серым кварцем без сохранения первичной структуры, с сохранением реликтов хлоритизированного и пиритизированного биотита, а также плагиоклаза.

Наиболее поздней карбонатизации (доломит, реже анкерит и кальцит) подвержены все породы. Карбонаты активно замещают в породах кристаллы плагиоклаза и биотита, придавая породе розоватый оттенок. Кроме того, в породах фиксируются разноориентированные карбонатные микропрожилки белесого цвета (иногда их плотность достигает 100–200 прожилков на погонный метр и более).

Аргиллизация отмечена в виде единичных пятен гипогенной каолинизации, большей частью она представлена современными приповерхностными гипергенными образованиями в зонах разломов.

Минеральный состав руд. Рудные минералы встречаются в основном в виде вкрапленников в основной массе породы и в виде микровкрапленников в кварцевых прожилках. Руды убогосульфидные — содержание пирита редко превышает 3%, остальные рудные минералы, представленные единичными вкрапленниками, составляют <0,1% от состава породы.

В составе нерудных компонентов преобладают кварц и карбонат. Среди рудных минералов широко развит пирит, а также рутил и ильменит. Рутил и ильменит встречаются в виде включений в биотите, что обусловлено одновременной кристаллизацией на магматическом этапе. Пирит

отмечен в виде вкрапленников в породе, псевдоморфоз по ильмениту и рутилу в биотите, а также в виде единичных сульфидных прожилков (редко) и включений в сульфидно-кварцевых и сульфидно-карбонатных прожилках.

Менее распространены халькопирит, сфалерит, галенит, зандбергерит (тетраэдрит с примесью Zn), алтаит, теллуриды золота и серебра (?), самородное золото и серебро. В основном эти минералы встречаются в виде вкрапленников в породе, цементирующих кристаллы пирита, реже в виде отдельных микровкрапленников в кварцевых прожилках и еще реже в виде самостоятельных сульфидных прожилков (обычно халькопиритовых). Размеры вкрапленников рудных минералов редко превышают 0,1 мм.

На месторождении Чульбаткан можно выделить три этапа минералообразования: магматический, гидротермально-метасоматический и гипергенный, которые включают в себя 6 стадий минерализации (таблица).

Самородное золото тонкое и дисперсное, размеры золотин редко превышают 50 мкм. В основном золото находится в сростках с алтаитом, реже с другими минералами (теллуридами, халькопиритом, блеклой рудой, галенитом, сфалеритом), а также цементирует пирит. Золото высокопробное (900–980), основная примесь — серебро (до 10%). В виде незначительной примеси (до 0,5%) золото также присутствует в алтаите, блеклой руде и халькопирите.

Технологические свойства руд. По результатам исследований, проводившихся на базе отдела обогащения минерального сырья ФГУП ЦНИГРИ, а также в лаборатории SGS в г. Чита, единственный полезный компонент руд — золото. Серебро встречается редко, обычно в пробах, где содержание золота >1 г/т. Отношение золота к серебру составляет 2:1. Медь, свинец, цинк и прочие примеси рудных компонентов встречаются на уровне нескольких десятых, реже сотых г/т. Вредные примеси (мышьяк, $C_{орг}$ и др.) незначительны. Руды месторождения неупорные, более 50% золота находится в свободном состоянии (амальгамируемое), более 30% — в открытых сростках с сульфидами.

Остальное золото (~12%) инкорпорировано в сульфидах, силикатах и кислоторастворимых минералах. Таким образом, около 80–90% золота может быть легко извлечено методами цианирования.

Перспективы развития месторождения. По предварительной оценке (подсчет запасов для технико-экономических обоснований временных кондиций) ресурсная база месторождения составляет не менее 50 т при среднем содержании 1,5 г/т. Технологический тип руд и горнотехнические условия (выход тела на поверхность) — благоприятные факторы, определяющие перспективу отработки месторождения в ближайшем будущем. В настоящее время на месторождении выполняется финальная часть геолого-разведочных работ для защиты технико-экономических обоснований (ТЭО) временных кондиций. Перспективы наращивания минерально-сырьевой базы связаны с доизучением флангов месторождения и рудного поля в целом.

Заключение. Месторождение Чульбаткан представляет собой систему плито- и линзовидных штокверковых крутопадающих рудных тел, расположенных в эндоконтакте плагиогранит-гранодиоритового Чульбатского интрузива, в зоне сдвига-раздвиг крупного разлома северо-восточного простирания. Его можно отнести к убогосульфидной кварц-золоторудной формации. Жильный минерал, сопутствующий оруденению, — кварц темно-серый, образующий жилы замещения и локальные вторичные кварциты с реликтами первичной породы. Главный рудный минерал — самородное золото, которое встречается в ассоциации с алтаитом, халькопиритом, галенитом, зандбергеритом, сфалеритом, самородным серебром, теллуридами и др. Это поздняя ассоциация по отношению к ранней, состоящей только из пирита. Руды месторождения легкообогатимы, золото высокопробное. Месторождение можно отнести к мелким, но достаточно рентабельным месторождениям.

Месторождение интересно тем, что его можно отнести к объектам, которые связаны с восстановленными интрузиями [Takagi, Tsukimura, 1997], достаточно редкому типу месторождений по клас-

Минеральные ассоциации и предлагаемая стадийность образования минералов на месторождении Чульбаткан

Магматический этап (стадия)	Гидротермально-метасоматический этап					Гипергенный этап (стадия)
	дорудная стадия	рудная стадия			пострудная стадия	
	серицит-хлорит-пиритовая	сфалерит-галенитовая	халькопирит-зандбергеритовая	благороднометаллическая с теллуридами	карбонатная	
плагиоклаз кварц биотит калиевый полевой шпат рутил ильменит	пирит серицит хлорит карбонат кварц	кварц сфалерит галенит халькопирит	кварц халькопирит зандбергерит сфалерит галенит	кварц алтаит самородное золото самородное серебро теллуриды золота и серебра	карбонат пирит(?)	гидроксиды железа церуссит ковеллин каолин

сификации иностранных авторов — золоторудные месторождения, связанные с восстановленными гранитоидами (intrusion related gold deposit's) [Thompson et al., 1999; Thomson, Newberry, 2000]. Эти месторождения выделены в самостоятельный тип относительно недавно, большое распространение они получили в Канаде, на территории РФ месторождения такого типа пока не описаны, поэтому месторождение Чульбаткан может быть интересно как новый тип.

Многие вопросы, касающиеся тектонических особенностей месторождения, минерального состава, возраста оруденения и вмещающих пород, остаются открытыми и требуют более детального изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Инструкция по геохимическим поискам рудных месторождений. М.: Недра, 1983.

Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2013 году». М.: ООО «Минерал-Инфо», 2014.

Metallogenesis and tectonics of Northeast Asia / Ed. W.J. Nokleberg // U.S. Geol. Surv. Profess. Pap. 2010. Vol. 1765. 624 p.

Всестороннее изучение данного месторождения поможет лучше оценить перспективность золотоносности района Нижнего Приамурья и позволит выявить новые промышленные золоторудные объекты.

Благодарности. Авторы статьи благодарят всех сотрудников группы компаний «N-Mining», в том числе главного геолога Г.Л. Вурсия, руководителя геологоразведочных работ В.И. Комара и директора департамента геологии А.А. Конюхова за помощь и ценные замечания при подготовке статьи к публикации. Отдельная благодарность А.Б. Кирмасову за консультации и обсуждение отдельных вопросов.

Takagi T., Tsukimura K. Genesis of oxidized- and reduced-type granites // *Econ. Geology*. 1997. Vol. 92. P. 81–86.

Thompson J.F.H., Sillitoe R.H., Baker T. et al. Intrusion-related gold deposits associated with tungsten-tin provinces // *Miner Deposit*. 1999. Vol. 34. P. 323–334.

Thompson J.F.H., Newberry R.J. Gold deposits related to reduced granitic intrusions // *Rev. Econ. Geology*. 2000. Vol. 13. P. 377–400.

Поступила в редакцию
06.10.2016