Article title: Geological structure and gold content of the eluvial-deluvial placer of the deposit “Golets Visochayshiy”.

Authors: Dmitrii Titov[1]

Affiliations: Geology, NSU, Novosibirsk, Russia[1]

Orcid ids: 0000-0003-0956-0402[1]

Contact e-mail: bodrilko@mail.ru

License information: This work has been published open access under Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. Conditions, terms of use and publishing policy can be found at <https://www.scienceopen.com/>.

Preprint statement: This article is a preprint and has not been peer-reviewed, under consideration and submitted to ScienceOpen Preprints for open peer review.

DOI: 10.14293/S2199-1006.1.SOR-.PP1MIG1.v1

Preprint first posted online: 09 October 2021

Keywords: deposit, gold, geology, eluvium, talus

Название: «Геологическое строение и золотоносность элювиально-делювиальной россыпи месторождения «Голец Высочайший»

Название на английском: Geological structure and gold content of the eluvial-deluvial placer of the deposit "Golets Visochayshiy"

Ключевые слова: россыпь, золото, геология, элювий, делювий

Key words: deposit, gold, geology, eluvium, talus

Аннотация на русском: В статье рассмотрены геологическое строение, характеристики и золотоносность элювиально-делювиальной россыпи месторождения «Голец Высочайший» по данным геологических отчетов предыдущих лет и данных, полученных автором в ходе работы на данном месторождении.

Аннотация на английском: The article describes geological structure, characteristics and gold content of eluvium-talus deposit of "Golets Visochayshiy" field, according to data from previous geological reports and data, received by author during his work on this deposit.

Актуальность работы обусловлена тем, что для многих исследователей является сложным вопросом нахождение в открытых источниках данных о геологическом строении данной территории, а также тем, что обобщение данных позволяет легче проводить дальнейшие исследования в этой области.

Целью работы было создание сводной работы по строению данной россыпи, с учетом отчетных и вновь полученных данных.

Задача: обобщение материалов из разрозненных источников, в том числе фондовых и отчетных, накопленных в ходе разведки и эксплуатации месторождения, а также данных полученных в ходе работы на месторождении.

Научная новизна работы обусловлена тем, что данный золотоносный объект по сути является одним из немногих случаев отработки такого типа россыпей, а также тем, что в открытых источниках недостаточно материалов и статей о геологическом строении района исследований.

Введение

Район работ был выбран автором потому, что там довелось проработать около 2 лет с 2012 г. по 2014 г. (на должности участкового геолога) в ходе эксплуатации рудного месторождения золота «Голец Высочайший» и, в том числе, доопробования (шлиховым методом) и подготовке к добыче элювиально-делювиальной россыпи, что позволило обобщить накопленные и получить новые данные, результатом чего явилась данная работа по геологическому строению.

Географо-экономический очерк

Месторождение «Голец Высочайший» и его элювиально-делювиальная россыпь расположены на водоразделе притоков р. Хомолхо - Горелый и Имнях, в центральной части Бодайбинского района (*рис. 1*). С районным центром г. Бодайбо месторождение связано грунтовой дорогой протяженностью 177 км, в 40 км южнее объекта расположен пос. Кропоткин с населением около 1500 человек. Ближайшая железнодорожная станция Таксимо Байкало-Амурской магистрали находится в 221 км южнее г. Бодайбо, и связана с объектом работ автодорогой. Возможно снабжение речными судами от порта Осетрово и авиатранспортом через аэропорт г. Бодайбо.

Климат района резко континентальный с колебаниями температур от -50°C в январе до $+38^{\circ}\text{C}$ в июле при среднегодовой -6°C . Безморозный период составляет в среднем 69 дней при максимальном 103 дня. Среднегодовое количество осадков составляет 370 мм, большая часть из них выпадает в теплый период. Мощность снежного покрова до 40 см, он держится в гольцах с конца сентября до середины мая. Рельеф местности типичный среднегорный с выположенными водоразделами и заболоченными и относительно широкими долинами водотоков. Абсолютные отметки колеблются от +500 до +1400 м при относительных превышениях в 300-700 м [2].

Рис. 1. Обзорная карта [2]

Речная сеть в районе хорошо развита, в непосредственной близости от месторождения протекает р. Хомолхо и ее притоки: руч. Горелый и р. Имнях с притоком руч. Кривоколенным. По режиму все водотоки типично горные, с ярко выраженным паводком в мае-июне с питанием преимущественно за счет атмосферных осадков. В зимне-весенний период отмечается меженный сток, мелкие ручьи перемерзают полностью, широко развиты наледные процессы. Описываемая площадь отвечает горно-таежной зоне Восточной Сибири с однообразной и угнетенной растительностью. Животный мир типичен для севера и не отличается видовым разнообразием, беден и в количественном отношении [2].

Краткие сведения о разведке и разработке месторождения

Недропользователем месторождения рудного золота «Голец Высочайший» и его элювиально-делювиальной россыпи является ОАО «Высочайший». Общая площадь участка 9,72 км². На месторождении рудного золота «Голец Высочайший» выполнена разведка, утверждены разведочные кондиции, составлен отчет с подсчетом запасов по категориям С₁ и С₂. Ведется эксплуатация месторождения [1].

Месторождение россыпного золота «Голец Высочайший» представляет собой элювиально-делювиальную россыпь (рис. 2). На баланс ОАО «Высочайший» поставлены запасы по делювиальной россыпи, посчитанные после проведения детальной разведки (ГПП «Иркутскгеология», 1992 г.) без последующей корректировки в связи с их частичной отработкой (АО «Лензолото», АС «Реткон» - за 1992-1993 гг. отработаны блоки 1-С₁, 2-С₁ и блок 3-С₁) [3, 4]. В настоящее время на рудном месторождении золота «Голец Высочайший» проводятся горные работы и переработка руды согласно рабочего проекта [1].

Геологическая характеристика района

В структурно-тектоническом и металлогеническом отношении по современному металлогеническому районированию месторождение расположено в пределах Хомолхинского рудно-россыпного узла Бодайбинского золотоносного района Мамско-

Бодайбинской металлогенической зоны. Положение Хомолхинского рудного узла определяется его нахождением в северной окраинной части Бодайбинского синклинория, входящего в Витимо-Патомскую зону Бодайбинского внутреннего прогиба в месте сочленения последнего с Баллаганахским синклинорием. Характерной чертой строения района месторождения является его положение в месте смены северо-западных простираний складчатых структур широтными. Это обуславливает появление системы разрывных нарушений северо-восточного простирания. В непосредственной близости от гольца Высочайший простирание складок близко к широтному.

Рис. 2. Схема расположения элювиально-делювиальной россыпи [2]

Рудная зона месторождения локализуется в нижней подсвите хомолхинской свиты, сложенной филлитами, углисто-серицит-кварцевыми сланцами с маломощными редкими прослоями известняков и наложенной железисто-карбонатной минерализацией, окварцеванием и сульфидизацией.

Склоновая делювиальная россыпь, по существу являющаяся золотоносным элювиально-делювиальным шлейфом, протягивающимся от рудного месторождения «Голец Высочайший», расположенного на водоразделе, вниз по склону южной экспозиции до берегового обрыва рч. Хомолхо. Собственно золотоносные отложения это дресвянисто-щебнисто-глыбовые образования с супесчаным и суглинистым заполнителем [5].

Стратиграфия

Коренные породы в районе месторождения относятся к протерозойской группе - верхний комплекс протерозоя (рис. 3), патомская серия, средняя (кадаликанская) подсерия.

Имняхская свита сложена известково-слюдистыми сланцами и известняками. Суммарная мощность достигает 400-550 м. Породы хомолхинской свиты слагают крылья и восточное периклинальное замыкание Каменской антиклинали и представлены филлитовидными слюдисто-кварцевыми углеродистыми сланцами, метапесчаниками, алевроитистыми

сланцами, с редкими прослоями известняков. Мощность свиты достигает 600-920 м. Угаханская свита встречается в ядерной части антиклинали и на крыльях некоторых синклиналей. Представлена углеродистыми известняками, известковистыми сланцами; мощность 400-450 м. Бужуихтинская, бодайбокская, бугарихтинская свиты представлены, в основном, в соседних структурах и представлены известковистыми метапесчаниками, алевроитистыми сланцами, известняками, песчаниками. Их суммарная мощность достигает

Система	Индекс	Колонка	Мощность, м.	Характеристика подразделений
Q	ii-iv		0-40	Современные и верхнечетвертичные отложения пойм и склонов; аллювиальные, элювиальные, делювиальные, ледниковые
PR₃	im		400-550	Имняхская свита. Известняки мелкокристаллические, сланцы слюдисто-карбонатно-кварцевые, хлорит-карбонатно-кварцевые, серицит-хлоритовые
	hm		600-920	Хомолхинская свита. Сланцы, песчаники и алевролиты различного состава, прослои известняков
	uh		400-450	Угаханская свита. Известняки темные, сланцы хлорит-серицитовые известковистые
	bh		1150	Бужуихтинская свита. Сланцы хлорит-кварцевые углистые, углисто-карбонатные; песчаники полевошпат-кварцевые, редко известковистые; прослои известняков, алевролитов
	bd			Бодайбокская свита. Известняки мелко-среднекристаллические слоистые, прослои сланцев хлорит-серицитовых известковистых

1150 м.

Рис. 3. Схематическая литолого-стратиграфическая колонка района исследования

Четвертичные отложения развиты повсеместно. В приводораздельных частях это элювиальные и делювиальные разности незначительной мощности; в водораздельных седловинах – смешанный материал, связанный с оледенением, мощностью до 40 м; в днищах долин – ледниковые, озерно-ледниковые, флювиогляциальные отложения мощностью до 30 м [5].

Тектоника, структурное строение

Район работ расположен в центре Мамско-Бодайбинского синклинория, в северной части Байкальской складчатой области, сложенного породами рифей-вендского возраста. Основной пикативной структурой Хомолхинского рудного поля является Каменская антиклиналь (рис. 4). По своей морфологии это асимметричная наклонная складка; пологое крыло падает на с-с-в под углами 10-30°, крутое крыло – на ю-ю-з под углами 80-90°. Ближе к замковой части падение вплоть до запрокинутого. Она осложнена складками более высокого порядка с размахом крыльев в первые десятки метров.

Разрывные нарушения представлены продольными надвигами, пологими зонами расщепления и милонитизации, поперечными северо-восточными и субмеридиональными крутопадающими зонами трещиноватости, разрывами без смещения. Наиболее крупной разрывной структурой, пересекающей рудное поле гольца, является Семикачинский северо-восточный разлом и меридиональная зона повышенной трещиноватости.

Гидротермально-метасоматические изменения пород характеризуются развитием зон и участков окварцевания, сульфидизации, карбонатизации. Породы района месторождения метаморфизованы до фации зеленых сланцев и находятся в переходной зоне от серицит-хлоритовой к биотитовой субфации. На площади района месторождения проявлений магматической деятельности не обнаружено [5].

Гидрогеология

Территория месторождения расположена в пределах Вачско-Хомолхинского гидрогеологического района Витимо-Патомской гидрогеологической складчатой области.

Главным фактором, определяющим гидрогеологические условия района, является почти сплошное развитие многолетней мерзлоты. Основная статья восполнения ресурсов подземных вод – атмосферные осадки. Наличие мерзлоты уменьшает скорость фильтрации и способствует быстрому стоку вод; однако именно мерзлота служит водопором, который

приводит к образованию напорных горизонтов.

Рис. 4. Геологический разрез в районе месторождения [2]

В четвертичных отложениях развиты надмерзлотные, порово-пластовые воды таликов и подмерзлотные воды. Средняя мощность водоносных горизонтов 2-6 м. Воды коренных пород пластово-трещинные и являются подмерзлотными, редко встречаются таликовые зоны. Выделяются 2 водоносных комплекса: терригенной толщи хомолхинской свиты и карбонатной толщи угаханской свиты [5].

Геологическое строение и характеристика россыпи

Основные запасы золота были сосредоточены в элювиальной россыпи, залегающей непосредственно на месторождении коренного золота «Голец Высочайший». Гранулометрический и петрографический состав элювиальной россыпи в основном обуславливается подстилающими породами (изучен при отработке россыпи а/с «Рассвет»). Балансовые запасы золота были сосредоточены в гипергенно измененных углеродистых сланцах и алевролитах хомолхинской свиты коренного месторождения «Голец Высочайший». Пески были представлены элювиальными дресвяно-щебнисто-глыбовыми отложениями (50-70%) с супесчаным и суглинистым заполнителем. Средняя мощность рыхлых отложений составила 1,2 м, пески золотоносны практически на всю мощность. В 1993г а/с «Реткон» в верхней части склоновой россыпи отработывала пески со средним содержанием $0,95 \text{ г/м}^3$ и средней мощностью 1,5 м [2].

Делювиальная россыпь расположена вниз по склону непосредственно под зоной сульфидной минерализации месторождения «Голец Высочайший». По существу является золотоносным делювиальным шлейфом, протягивающимся от рудного месторождения, расположенного на водоразделе, вниз по склону южной экспозиции до берегового обрыва р. Хомолхо. Мощность рыхлых отложений сравнительно небольшая, колеблется от 0,5-1 м в верхней части и до 2,5 м в нижней. Такая малая мощность наносов объясняется слабым развитием процессов выветривания и наличия значительного сноса несвязанного материала по склону в долину реки Хомолхо. Последнему обстоятельству способствует крутизна склонов гольца, достигающая в некоторых местах до 30° , и присутствие трех ложковых впадин по склону, способствующих транспортировке рыхлого материала временными потоками вниз по склону. Рыхлые отложения представлены склоновыми фациями, образующие механический шлейф, падающий под углом 23° . Это дресвяно-щебенчатые отложения с песчаным и илистым заполнителем. Размер обломков колеблется от дресвы и щебня до 20-30 см в поперечнике; форма плитчатая, совершенно не окатанная. Коэффициент каменистости (валунистости) составляет 1,25 (по данным ГПП «Реткон») [1].

Золотоносность рыхлых отложений прослеживается на всю мощность, распределение золота по всей толще, с содержаниями от 0,1 до $2,8 \text{ г/м}^3$ при среднем $0,905 \text{ г/м}^3$. Распределение золота по площади довольно равномерное. Золотоносный пласт представлен обломочным материалом делювиальных отложений и верхней частью структурного элювия. В петрографическом отношении делювий - это терригенные образования хомолхинской свиты (сланцы 80%, песчаники 5%), с рудной минерализацией коренного месторождения золота «Голец Высочайший»; структурный элювий - известняки угаханской свиты.

Плотик делювиальной россыпи сложен известковыми породами угаханской свиты (рис. 5).

Известняки без сульфидной минерализации, опробованы при колонковом бурении на коренном месторождении, по данным пробирного анализа не золотоносны [2].

Рис. 5. Разрез склона в районе работ [2]

В геологическом отношении россыпь имеет простое строение, плащеобразную форму параметрами 490x500 м при среднем содержании золота $0,905 \text{ г/м}^3$ (в шликере); мощность продуктивного пласта относительно выдержана - от 0,5 до 2,5 м, при среднем значении 1,4 м. В промышленном отношении россыпь труднодоступный объект, залегает на крутом склоне (23°), значительно осложняющим технологическую схему ее отработки [2, 6].

Характеристика исходных первичных руд

Руды месторождения «Голец Высочайший» характеризуются достаточно простым вещественным составом. Основную массу руды составляют углеродистые кварц-серицитовые сланцы и алевролиты с прожилковой пирит-пирротиновой минерализацией. Ценным компонентом в них является золото, которое ассоциировано, преимущественно, с сульфидами и кварцем, распределено в них неравномерно. Преобладают золотины комковидной формы, менее распространены листовато-пластинчатые. Размеры их варьируют от тысячных до десятых долей миллиметра, проба золота от 765 до 865. Лигатура представлена главным образом серебром, медью, мышьяком. Отмечается более поздняя по отношению к сульфидам и кварцу кристаллизация золота, которое чаще всего находится в тесном срастании с сульфидами, реже встречается в кварце и в свободной форме в филлитах. Сульфидная минерализация представлена, главным образом, пиритом и пирротином. Из других сульфидов в весьма небольших количествах отмечается сфалерит, халькопирит, галенит и арсенопирит. Четко различаются вкрапленная разновидность сульфидных выделений и прожилковая. В большинстве случаев сульфиды тесно ассоциируют с кварцем в виде оторочек и кварц-сульфидных прожилков. Реже в ассоциации с сульфидами встречаются карбонаты железа и марганца (сидерит, анкерит).

Все выделенные типы рудной минерализации в разрушенном и перемешанном виде присутствуют в рыхлой толще делювия. Установлено широкое проявление процессов окисления первичных руд. Установлена последовательность окисления главных минералов: первым окисляется пирротин, затем пирит. Процесс окисления, благоприятствующий разрушению рудных минералов, приводит к высвобождению самородного золота и его накопления в рыхлой толще [2].

Запасы золота в россыпи

Подсчет запасов делювиальной россыпи месторождения «Голец Высочайший» был выполнен в соответствии с методическими указаниями к подсчету запасов россыпных месторождений золота, на основании результатов геологоразведочных работ. Запасы месторождения были посчитаны по состоянию на конец 2008 г. Подсчет запасов выполнен способом геологических блоков, что соответствует геологическим особенностям россыпи и

методике разведки. Контур запасов определен в соответствии с требованиями кондиций по результатам опробования выработок с учетом геологически обоснованной интерполяции. Размеры пласта золота довольно выдержаны, от верхней линии к нижней не наблюдается изменений в сторону ухудшений, пласт однородный по вещественному содержанию, средние содержания не понижаются и остаются значительно выше минимального промышленного. Были утверждены запасы: пески в количестве 348,8 тыс.м³, золота 255,61 кг при среднем содержании 0,733 г/м³. Таким образом, месторождение делювиальной россыпи месторождения «Голец Высочайший» было полностью подготовлено к отработке [2].

Заключение, выводы

Элювиально-делювиальная россыпь месторождения золота «Голец Высочайший» характеризуется специфическими условиями залегания:

- россыпь представлена склоновыми фациями, образующими шлейф, падающий в долину р. Хомолхо в среднем под углом 23° (рис. 5)
- плотик россыпи представлен пустыми породами угаханской свиты, в связи с чем любое углубление в структурный элювий исключено, т.к. в период эксплуатации это приведет к значительному ухудшению качества песков

Предварительный экономический расчет показал, что переработка россыпи возможна на условиях предпринимательского риска (при среднем содержании по россыпи 0,733 г/м³), возможно достижение рентабельности производства. Специфические условия залегания запасов россыпи ограничили выбор технологической схемы отработки. Малый объем запасов и горно-технические условия эксплуатации не позволяли получить высокую прибыль [2]. Однако, ОАО «Высочайший» смогло успешно выполнить этот проект, так как имеет развитую инфраструктуру и персонал на данном участке, в связи с отработкой рудного месторождения золота.

В результате проведенной работы автору удалось обобщить и представить в виде краткого отчета ранее полученные данные по геологическому строению элювиально-делювиальной россыпи месторождения золота «Голец Высочайший». Были обобщены данные фондовых и отчетных материалов, внутренних отчетов и документов предприятия и др. Данные были дополнены из вновь полученных источников (в ходе шлихового опробования, эксплуатационной разведки и пр.), что позволило создать полную и актуальную картину строения участка. Это может помочь другим исследователям района получить представление о строении такого типа россыпей, и применить эти данные при работе на соседних и других, схожих по строению, участках.

Так, в частности, в Бодайбинском районе готовится к эксплуатации крупнейшее рудное месторождение золота «Сухой Лог», имеющее в целом схожее геологическое строение с участком «Высочайший». Вполне вероятно, что там предстоит доразведка и добыча золота из склоновой россыпи. Накопленный опыт позволяет отрабатывать такие участки, увеличивая объем добываемого золота и полноту отработки запасов.

Список использованной литературы:

1. Воробей Ю.Ю. и др. Проект отработки элювиально-делювиальной россыпи месторождения золота «Голец Высочайший» / Бодайбо, 2009
2. Мельник Л.И. и др. Отчет с подсчетом запасов золота для открытой добычи по состоянию на 01.01.2009 г. элювиально-делювиальной россыпи месторождения «Голец Высочайший» / Бодайбо, 2009
3. Пояснительная записка к оперативному подсчету запасов на месторождении россыпного золота «Голец Высочайший» по материалам эксплуатационно-разведочных работ а/с «Реткон» 1993 г. / Бодайбо, 1993
4. Пятаков В.Г. и др. Укрупненная технико-экономическая оценка целесообразности освоения склоновой делювиальной россыпи «Голец Высочайший» / Иркутск, 2006
5. Титов Д.Ю. Геологическое строение месторождения золота «Голец Высочайший» и прилегающих территорий / Научный журнал «Sci-article.ru», №68 (апрель), 2019

6. Фосс Г.В. и др. Временная инструкция по геологическому обслуживанию горных предприятий, разрабатывающих россыпные месторождения полезных ископаемых / ВИМС, 1960