

УДК 553.41 (470.5)

## Основные черты формирования золотоносных россыпей на западном склоне Среднего Урала

В.А. Наумов<sup>a</sup>, С.Б. Коврижных<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Естественнонаучный институт Пермского государственного национально-го исследовательского университета, 614990, Пермь, ул. Генкеля, 4г  
E-mail: naumov@psu.ru

<sup>b</sup>Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Пермь, Букирева, 15. E-mail: svetlanakovrizhnykh@mail.ru  
(Статья поступила в редакцию 26 октября 2017 г.)

Рассмотрены общие вопросы формирования россыпей золота на Западном Урале. Приведена краткая история поисков и добычи россыпного золота. Показаны золоторудные россыпеобразующие и нероссыпеобразующие формации и их связь с этапами тектономагматической активизации. Выделены основные этапы россыпеобразования и формирования речных долин.

Ключевые слова: *золотоносная россыпь, россыпеобразование, Средний Урал.*

DOI: 10.17072/psu.geol.17.2.164

### Введение

Россыпная добыча золота на протяжении столетий является стабильным источником формирования государственной казны многих стран мира. Благодаря разработке россыпей Советский Союз мог расплачиваться по ленд-лизу с Америкой во время Второй мировой войны. Современная разработка россыпей золота на Юконе, в Австралии, Новой Зеландии и других странах позволяет поддерживать стабильный и постоянный поток для формирования золотого запаса этих стран.

Кажущаяся простота геологического строения, организации поисков, опробованные десятилетиями технологии разработки россыпей золота, платины и алмазов привели к тому, что отношение к проблемам геологии россыпей максимально упростилось. В России дело дошло до того, что в 90-е, 2000-е гг. россыпи были исключены из предмета государственного интереса при формировании ресурсной базы золота, платины и алмазов. Под влиянием «западного тренда» все усилия государственного обеспечения

воспроизводства минерально-сырьевой базы были направлены на выявление масштабных рудных месторождений. Существовавший многие годы баланс добычи золота из россыпей и рудных месторождений (пятьдесят на пятьдесят процентов) сместился в сторону предпочтения рудных. Посчитали, что те затраты на выемку, транспортировку, дробление, истирание, промывку и обогащение, которые сделаны природой при формировании россыпей эффективнее понести самим при разработке рудных месторождений. Вероятно, это и оправдано при условии монопольного владения энергетическими ресурсами и существующем экономическом мироукладе. Однако альтернативный путь развития человеческой цивилизации, основанный на бережном и рациональном использовании природных минеральных и энергетических ресурсов, требует более грамотного использования природных законов их формирования.

Геологические процессы, протекающие в природных россыпях, могут служить «ключом» к созданию новых объектов и технологий разработки, преж-

де всего россыпей. Большинство из этих процессов еще не расшифровано и не понято. До сих пор считается, что при разработке россыпей наблюдаются значительные потери золота, в основном мелких и тонких классов (Лунев и др., 2003; Наумов и др., 2010). Из-за несовершенства технологий требуется повторная отработка техногенных россыпей.

Обобщение известных явлений, современное понимание теории россыпеобразования, преобразования осадков и золота в россыпях и техногенных условиях уже позволили обосновать положение, что после отработки россыпи в техногенно-минеральных образованиях продолжается «жизнь россыпи». Происходит разложение, перенос, перераспределение и переотложение золотоносных фаз, в них активизируются разнообразные физико-химические и биохимические процессы. Таким образом, запускаются механизмы мобилизации золота, природный «завод» в природных и техногенных образованиях, что приводит к укрупнению или диспергации частиц золота. В случае получения укрупненных фаз золота повторная переработка таких образований, даже со старыми технологиями обогащения песков, позволяет извлечь от 20 до 50% золота. Подобные процессы укрупнения золотоносных фаз в плотике россыпей Магаданской области, Алдана и Приморья отмечены многими практиками золотодобычи.

Верхняя часть плотика россыпей, по сути, представляет собой гравитационно и химически обогащенный материал коры выветривания подстилающего золоторудного субстрата – элювиальный горизонт. В его пределах происходит физико-химическое укрупнение частиц металла за счет гидрогенного (растворенного в воде), коллоидного и дисперсного золота. Дополнительные экзогенные процессы наложенной золотой минерализации, метасоматоз, активизация ряда других процессов могут усложнить процессы преобразования (укрупнения и диспергации) частиц золота в россыпи. В случае вертикального гравитационного проеци-

рования и даже слабых горизонтальных перемещений достигается эффект «окатывания» частиц золота.

### **История поисков и добычи россыпного золота на Западном Урале**

Открытие россыпного золота в России произошло в 1814 г., когда Л.И. Брусницын (рудничный мастер) в современном аллювии заметил частицы золота, отличные от частиц рудного облика со следами дробления, характерные для техногенных отвалов после промывки золота из продуктов дробления руды на Петропавловской фабрике. Он начал поиски «иног» золота в долине р. Березовки. Там и была открыта в конце сентября 1814 г. первая богатейшая промышленная золотая россыпь. Другим его достижением было создание системы промывочных аппаратов (наклонных шлюзов), обеспечивших эффективную добычу россыпного золота.

Золотодобыча в России стала расти невероятными темпами. В Пермском крае она началась в 1820 г., когда крепостной старатель Просвирнин обнаружил в долине р. Полуденки золотоносные пески (территория Горнозаводского района). В 1825 г. там эксплуатировалось уже 7 россыпей со средним содержанием металла от 0,5 до 2,3 г/м<sup>3</sup>. Особенностью строения выявленных россыпей была необходимость проведения шурфовых работ с глубиной шурфов от 0,5–1,5 до 3–5 м и отработка приплотикового горизонта. При этом на участках интенсивной отработки россыпей сохранились следы до 3–5 шурфов на 100 м<sup>2</sup>. Часто из шурфов проходили расщелины по направлениям развития «золотоносных струй». В середине XIX в. добывали золото на многих россыпях Урала. За все дореволюционное время в долинах рек Полуденки, Северной и Тискос из аллювиальных россыпей старательским способом намыто не менее 8 т золота (Наумов и др., 2005). На участках старой мускульной отработки россыпей частично сохранилась деревянная крепь.

В послереволюционные годы золото-добыча на территории Среднего Урала велась промышленными способами на гидравлических комплексах и драгах. К концу 90 – началу 2000-х гг. на территории Пермского края золото-добыча практически прекратилась, хотя установлено около 100 проявлений коренного и россыпного золота. На государственном балансе учтены запасы золота категории В+С1+С2 – около 15 т в пределах 17 россыпей; 71,3% на территории Красновишерского и 28,7% – Горнозаводского района (Копылов и др., 2015). Среднее содержание золота 200–300 мг/м<sup>3</sup> на пласт «песков».

В настоящее время на территории Пермского края добыча ведется на двух россыпях рек Саменка и Сурья-Казанская. Добыча золота на последней достигает 150 кг в год. Сохраняются перспективы выявления новых россыпей в зонах развития надвигов и золоторудных объектов орогенного и порфирирового типов.

### **Россыпеобразующие и нероссыпеобразующие золоторудные формации Урала**

Преобладающим типом коренных месторождений и рудопроявлений золота на западном склоне Урала является золото-кварцевый и золото-халькопирит-пирит-кварцевый минералогические типы золотосульфидно-кварцевой формации, связанные с каледонским и герцинским этапами тектоногенеза. Они составляют 71,4 % общего числа учтенных проявлений золота на Урале. Преобладающая часть запасов коренного золота России, как и в Пермском крае, сосредоточена в месторождениях орогенного типа среди золото-кварцевых и золотосульфидно-кварцевых руд в терригенных и терригенно-карбонатных толщах.

Особенностью части уральских золоторудных формаций (особенно восточного склона Урала) является их сопряженность со структурно-вещественными комплексами зон тектономагматической ак-

тивизации (ТМА). Это доказывается тем, что из 494 золото-рудных уральских объектов Восточного Урала в этих зонах расположены 463 (93,7 %). Значительная золотоносность сопряжена с зонами ТМА четырех возрастов: S-D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>, C<sub>1-2</sub>-MZ<sub>1</sub> (Баранников, 2015).

В зонах ТМА S<sub>2</sub>-D<sub>2</sub> золотое оруденение сопряжено с дайковыми комплексами преимущественно основного состава и массивами интрузивных пород габбро-диорит-гранодиоритовой формации. Золотоносная продуктивность указанных зон ТМА незначительная: с их структурно-вещественными комплексами связаны всего 30 рудных объектов или 6,1% учтенных. Аналогичные комплексы ТМА второго этапа D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub> более продуктивны: на Урале с ними связаны 126 из 463 учтенных объектов (25,5%), рудоконцентрирующей является тоналит-гранодиоритовая формация. Типовые массивы гранитоидов, представляющих ее, развиты в Невьянском, Березовском и Качкарском золоторудных районах. Продуктивность зон ТМА C<sub>1</sub> более низкая: на их долю приходится 20,2% золоторудных объектов Урала, среди которых крупных месторождений нет. Отличительная особенность структурно-вещественных комплексов этих зон ТМА – присутствие проявлений, относящихся не только к кварцсодержащим, но и к золотосульфидным рудным формациям (например, Зверевское и Западное на Среднем Урале). Последние сопряжены обычно с небольшими интрузиями, относящимися к монцодиорит-гранитной формации. Рудоконцентрирующими также являются магматиты адамеллит-лейкогранитовой формации и дайковые комплексы обеих формаций.

Зоны мезозойской активизации частично (иногда полностью) перекрывают площади распространения продуктов более древних этапов ТМА, что часто затрудняет установление признаков структурно-вещественных комплексов образований ТМА домезозойского возраста. «Чистых» объектов ТМА мезозойского

времени учтено 182 (36,6% общего числа). Между тем всего в пределах зон указанной ТМА находятся 394 объекта или 79,8% общего числа. Таким образом, 212, или 43,9% объектов находятся на территориях проявления двух или более этапов активизации (Баранников, 2015).

В ряде случаев полихронность (полиэтапность) в формировании ряда месторождений и рудопроявлений устанавливается определенно (Воронцовское, Непряхинское и др.). Среди 182 объектов, связанных с мезозойской ТМА, 46 (25,3%) приходится на долю месторождений: 2 из них крупные, 12 средние и 32 мелкие. Наиболее продуктивны Аргаяшско-Светлинская и Карабашско-Балканская зоны мезозойской активизации. К первой приурочено 56 объектов (11,3%): 44 из них – объекты золотокварцевой или золотосульфидно-кварцевой и 12 – золотосульфидной рудных формаций. Среди проявлений первых двух формаций находится крупное Светлинское месторождение, среднее Ивановское и девять мелких – Игрицкое, Куйсаринское, Воскресенский участок, Васильевский прииск, Прохоровское и др.

Объекты третьей формации представлены только рудопроявлениями. В то же время на площади наложения Аргаяшско-Светлинской зоны на Шиловско-Увидьинскую зону ТМА ранне-среднекаменноугольного этапа располагается раннее Непряхинское месторождение. В ней золотосульфидное оруденение прожилково-вкрапленного типа сопряжено с аргиллизитами. Полагается, что они связаны генетически и имеют мезозойский возраст.

Россыпеобразующими на Урале являются главным образом собственно золоторудные формации. Главными россыпеобразующими формациями золота являются золотосульфидно-кварцевая и золотокварцевая. В зонах ТМА S<sub>2</sub>-D<sub>2</sub> золотое оруденение сопряжено с дайковыми комплексами преимущественно основного состава и массивами интрузивных пород

габбро-диорит-гранодиоритовой формации.

К нероссыпеобразующим формациям относится золотосульфидная формация и золотоаргиллизитовая формация. В золотосульфидной формации выделяют золотокочеданные и золотометаллические месторождения. Месторождения золотоаргиллизитовой формации представляют новый промышленно-генетический тип золотого оруденения. На территории Урала аргиллизация наиболее масштабно проявила себя на постколлизийном этапе развития региона и отвечает режиму ТМА. Установлено, что аргиллизиты завершают длительный процесс золотого рудогенеза (Баранников, 2015).

### **Основные черты формирования россыпей золота на западном склоне Урала**

По материалам изучения истории формирования россыпей на Урале установлено, что происходило поэтапное высвобождение металла из коренных источников россыпеобразующих формаций в результате их физико-химического разрушения. Интегрированием и концентрированием металла флювиальными потоками в благоприятных геолого-геоморфологических условиях происходил его перенос и отложение в пределах склонов и основании речных долин. В результате процессов механической дифференциации происходили многократный перенос и переотложение металла.

В мезозой-кайнозойской истории развития экзогенных процессов на Урале и связанных с ними золотоносных россыпей выделен ряд тектоно-климатических этапов (Сигов, 1969). Каждый этап имеет своеобразное сочетание тектонической обстановки и климатических условий; специфику протекания процессов россыпеобразования; определенный набор генетических и морфологических разновидностей россыпей; характерные закономерности их пространственного размещения.

В раннем мезозое (триас), в период интенсивных тектонических движений на завершающем этапе герцинского орогенеза, эрозионно-денудационная деятельность в виде механического разрушения и выноса материала (физическое выветривание) существенно преобладала над процессами химического выветривания. Высвобождение полезного компонента из коренных пород было неполное. Повышенные концентрации золота не формировались. Среднее содержание золота в терригенных толщах нижнего мезозоя близко к его среднему содержанию в размываемых коренных источниках.

В позднем мезозое тектоническая стабилизация территории и гумидный климат обеспечили преобладание процессов химического выветривания, что привело к интенсивному корообразованию (пенепленизации) с весьма совершенной механической осадочной дифференциацией. Образовались в основном аллювиальные россыпи.

В условиях влажного климата и интенсивного химического выветривания создаются благоприятные условия для выработки эрозионных сетей. Наименее устойчивы к экзогенным процессам тектонически ослабленные высокопроницаемые зоны разломов, тектонических надвигов, уступов и иных дислокаций; зоны литологических и стратиграфических контактов, представленные различными по физическим свойствам комплексами пород — участки развития карбонатных, терригенных и сланцевых толщ.

Распределение линейно ослабленных зон подчинено меридионально вытянутым герцинским структурам Урала. Поэтому первичная позднемезозойская речная сеть начала по ним формироваться и имеет меридиональную ориентировку (продольные долины), часто пространственно совпадающую с зонами развития коренного золотоплатинового оруденения. В отрицательных структурах образовались эрозионно-структурные депрессии. Они заполнены поздне-мезозойскими терригенными комплексами генетического ряда от элю-

вия до аллювия и консервировали в себе комплексные золотоплатиновые россыпи. Из-за значительной продолжительности этих процессов мезозойские эрозионно-структурные депрессии аккумулировали значительное количество высвобожденного металла.

В кайнозое, особенно в плиоцен-четвертичное время, в результате эволюции речной сети и речного перехвата формировались поперечные (по отношению к Уралу) долины. В процессе размыва мезозойских отложений происходило переотложение полезных компонентов и накопление их в молодых толщах палеоген-неоген-четвертичного возраста, часто с образованием промышленных россыпей. Такие россыпи, связанные с поперечными долинами, пространственно совпадают с Восточной зоной, являющейся продолжением Чусовской структурно-эрозионной депрессии. Плиоцен-четвертичные россыпи (рек Вильва, Сред. и Сев. Рассоха, Бол. и Мал. Шалдинка) — Промысловско-Кушвинская группа — отличаются хорошей сортировкой золота и платины по крупности, установлены в современных долинах Горнозаводского района.

Широко развиты россыпи поперечных долин в Красновишерском районе — Велсовско-Улсовская группа россыпей (рек Сред. и Верх. Велсовские, Посьмака, Сурьи-Казанской, Рассохи и др.). Они также выделяются в непосредственной близости с мезозойскими структурно-эрозионными депрессиями.

На территории Пермской области известен ряд мезозойских структурно-эрозионных депрессий (Чусовская, Пашийско-Кусьинская, Вишерско-Висимская, Чикман-Нярская, Акчимская, Ильявожская, Войская и Колчимская). Значительная часть из них содержит алмазные концентрации. Наиболее перспективными на обнаружение комплексных золотоплатиновых россыпей являются Чусовская и Вишерско-Висимская.

Среди широко распространенных на Западном Урале кор выветривания линейного и площадного типа в пределах де-

прессионных зон мелкое и тонкое золото из россыпеобразующих и связанное золото из нероссыпеобразующих формаций в результате физико-химических процессов пере-отложения могло укрупняться и осаждаться в межзерновом пространстве обломочных образований и на разнообразных геохимических барьерах (Наумов и др., 2005). Вторичные процессы разложения и переотложения золота в зонах развития кор выветривания (например, долина р. Саменки) способствовали заметному укрупнению золота в материале кор выветривания. Механическая дифференциация и перемыв глинистого материала кор выветривания приводили к формированию локально обогащенных линз и зон грубообломочного материала аллювиальных россыпей, подвешенных над зонами развития кор выветривания.

#### Библиографический список

Баранников А.Г. Научное наследие Анатолия Павловича Сигова, его значение на

современном этапе при прогнозной оценке площадей на благороднометалльное ору-денение на Урале // Известия Уральского государственного горного университета / УГГУ. Екатеринбург, 2015. С. 34-48.

Копылов И.С., Наумов В.А., Наумова О.Б., Харитонов Т.В. Золото-алмазная колыбель России. Пермь, 2015. 130 с.

Лунев Б.С., Наумов В.А., Наумова О.Б. Мелкие ценные минералы в аллювии // Горный журнал. Известия высших учебных заведений. Екатеринбург, 2003. № 6. С. 53-56.

Наумов В.А., Лунев Б.С., Наумова О.Б. Мелкие ценные минералы россыпей // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. Ростов-на-Дону, 2010. № 4. С. 123-126.

Наумов В.А., Силаев В.И., Чайковский И.И., Мальцева М.В., Хазов А.Ф., Филиппов В.Н. Золотоносная россыпь на реке Большой Шалдинке на Среднем Урале. Пермь, 2005. 92 с.

Сигов А.П. Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. М.: Недра, 1969. 269 с.

## Main Features of Formation of the Placers Gold Deposits on the Western Slope of the Middle Urals

### V.A. Naumov <sup>a</sup>, S.B. Kovrizhnykh <sup>b</sup>

<sup>a</sup>Natural Science Institute at the Perm State University, 4g Genkelya Str., Perm 614990, Russia. E-mail: naumov@psu.ru

<sup>b</sup>Perm State University, 15 Bukireva Str., Perm 614990, Russia  
E-mail: svetlanakovrizhnykh@mail.ru

The general problems of formation of the placer gold in the Western Urals are considered. A brief history of prospecting and mining of placer gold is presented. The gold bearing placer-forming and non-placer-forming formations and their relationship with the stages of tectonic-magmatic activity at the area were indicated. The main stages of placer and river valleys formation were derived.

Key words: *gold-bearing; placer formation; Middle Urals.*

#### References

Barannikov A.G. 2015. Nauchnoe nasledie Anatoliya Pavlovicha Sigova, ego znachenie na sovremennom etape pri prognoznoy otsenke ploshadey na blagorodnometallnoe orudenenie na Urale [The scientific heritage of A. P. Sigov. and his value at the present stage on the forecasting of noble-metal mineralization

in the Urals]. Izv. UGGU. 1(37): 34-48. (in Russian)

Kopylov I.S., Naumov V.A., Naumova O.B., Kharitonov T.V. 2015. Zoloto-almaznaya kolybel Rossii [Gold and diamond cradle of Russia]. PGU, Perm, p. 130. (in Russian)

Lunev B.S., Naumov V.A., Naumova O.B. 2003. Melkie tsennye mineraly v allyuvii [Fine va-

- uable minerals in alluvium]. *Gornyi zhurnal*. 6:53-56. (in Russian)
- Naumov V.A., Lunev B.S., Naumova O.B.* 2010. Melkie tsennyye mineraly rossypey [Fine valuable placer's minerals]. *Izv. VUZ. Severo-Kavkazskii region. Estestvennyye nauki*. 4:123–126. (in Russian)
- Naumov V.A., Silaev V.I., Chaykovskiy I.I., Maltseva M.V., Khazov A.F., Filippov V.N.* 2005. Zolotonosnaya rossyp na reke Bolshoy Shaldinke na Srednem Urale. [Gold-bearing placer on the Bolshaya Shaldinka River, Middle Urals]. *PGU, Perm*, p. 92. (in Russian).
- Sigov A.P.* 1969. Metallogeniya mezozoya i kaynozoya Urala [Metallogeny of the Mesozoic and Cenozoic of the Urals]. *Nedra, Moskva*, p. 269. (in Russian).