

ВЛИЯНИЕ ЭОЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ ЗОЛОТОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ В РАЗЛИЧНЫЕ ЭПОХИ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ

З.С. Никифорова, В.Е. Филиппов, Б.Б. Герасимов

Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, 677891, Якутск, просп. Ленина, 39, Россия

Установлено, что на формирование россыпей наряду с гидродинамическими процессами влияли и эоловые, проявленные преимущественно в платформенных областях. По результатам наших экспериментальных, минералогических исследований и полевых наблюдений, а также на основе анализа литературных данных на качественно новом уровне знаний обоснованы и выделены новый морфологический тип — эоловое золото и новый генетический тип россыпей золота — эоловый. Эоловое золото представлено чешуйчатыми с валиком по периферии, тороидальными и шаровидно-пустотелыми золотиными размером 0,1—0,25 мм, а также массивными дисковидными, пластинчатыми с валиком по периферии и комковидными золотиными размером более 0,25 мм со специфической поверхностью — пленочно-волоконистой. Кроме частиц золота с типично эоловыми признаками, отмечается кварц, инкрустированный золотом. При анализе закономерности распределения эолового золота обнаружено, что подобные формы золота весьма широко распространены почти на всех платформах мира в отложениях от протерозоя до кайнозоя. Места находок эолового золота хорошо коррелируются с фрагментарно развитыми поверхностями дефляционных палеопустынь, ореол которых может быть реконструирован по находкам ветрогранников. Для образования эоловых россыпей благоприятен климат как аридный, так и нивальный, поскольку в эпоху оледенения интенсивно проявляются эоловые процессы, которые способствуют формированию подобных россыпей. Эоловые россыпи золота могут формироваться в результате длительной деятельности однонаправленных ветров за счет дефляции непосредственно коренного источника, золотоносных кор выветривания или ранее образованных аллювиальных, прибрежно-пляжевых и других россыпей различного генезиса. В связи с этим предлагаем подразделять их на эоловые россыпи и россыпи гетерогенного происхождения: эолово-пролювиальные, эолово-аллювиальные и эолово-морские, и т. п. Эоловые россыпи золота характеризуются специфическим строением: продуктивный горизонт плащеобразно перекрывает дефляционную поверхность, имеет удивительно малую мощность — первые десятки сантиметров, осложнен сериями струй. Этот горизонт обычно представлен песчано-галечно-гравийным материалом с низким содержанием глинистого вещества, в котором отмечаются золото с признаками эоловой обработки и ветрогранники. В группе эоловых россыпей следует выделять автохтонные и аллохтонные. К автохтонным дефляционным россыпям относятся россыпи, образованные при денудации матрицы коренного рудного источника, либо при дефляции сформированной на нем золотоносной коры выветривания, либо при дефляции ранее образованной россыпи. Аллохтонные эоловые россыпи подразделяются на базальные (транзитные) и дюнные. Базальные приурочены к поверхности эоловой денудации и располагаются, как правило, в котловинах и желобах выдувания. Аллохтонные дюнные россыпи золота находятся между зонами денудации и аккумуляции. Обычно они оторваны от коренного источника и не представляют промышленного интереса, поскольку металл, перемещаемый совместно с перевеваемыми песками, очень мелкий, находится в рассеянном состоянии и не образует высокие концентрации. Поисковыми признаками выявления эоловых россыпей золота, помимо необычных форм золота и характера его поверхности, являются ветрогранники, специфическое строение продуктивного пласта, а также дефляционные структуры рельефа: котловины, желоба выдувания и характерная литология осадочных отложений. Поскольку золотины с эоловой обработкой представляют не только минералогический интерес, но образуют высокие концентрации металла, например на россыпном месторождении Витватерсранд, сделан вывод о перспективности обнаружения эоловых россыпей золота различного возраста на всех платформах мира, в частности на востоке Европейской и Сибирской, на Северо-Американской, Южно-Американской, Африканской, Австралийской, а также на территории Тувы и Монголии.

Эоловые процессы, эоловое золото, эоловые россыпи золота.

INFLUENCE OF EOLIAN PROCESSES ON PLACER FORMATION DURING VARIOUS EPOCHS OF THE EARTH'S EVOLUTION

Z.S. Nikiforova, V.E. Filippov, and B.B. Gerasimov

It has been established that, in addition to hydrodynamic processes, the eolian ones occurring mainly in the platform areas have an effect on placer formation. On the basis of results of our experimental, mineralogical, and field studies as well as on analysis of recent literature data, a new morphologic type, i.e., eolian gold, and a new genetic type of gold deposits, i.e., eolian placers, have been recognized. Eolian gold is represented by flaky gold particles with ridges along the periphery, of toroidal and sphere-like hollow shapes 0.1 to 0.25 mm in size, as well as by massive disc-shaped, flat gold particles with ridges along the periphery, and lump-shaped ones covered with a specific fibrous membrane 0.25 mm in size and more. In addition to gold particles characterized by eolian features, gold-crustated quartz occurs. Regularities in distribution of eolian gold suggest that the above-mentioned shapes of gold are widespread in Proterozoic-Cenozoic deposits almost in all platforms of the world. The eolian gold occurrences are well correlated with fragmentarily developed surfaces of deflation paleodeserts, the halo of which can be reconstructed from windkanter findings. Both arid and nival climates are favorable for eolian placer formation

because the epoch of glaciation is characterized by intense eolian processes that gave rise to placer formation. Eolian gold placers may be formed as a result of long-lasting activity of unidirectional winds owing to the deflation of a primary source itself, gold-bearing crusts of weathering, or previously generated alluvial, nearshore beach, and other placers of varying genesis. We suggest to divide them into eolian gold placers and heterogeneous ones, i.e., eolian-proluvial, eolian-alluvial, eolian-marine, etc. Eolian gold placers have a specific structure: The producing horizon overlies the deflation surface as a mantle, and its thickness is extremely low (tens of centimeters) complicated by jet series. This horizon is usually composed of sandstones and gravel with a low content of argillaceous matter containing windkanthers and gold particles with marks of eolian treatment. The eolian gold placers are divided into autochthonous and allochthonous. Autochthonous deflation placers are generated by denudation of a primary source matrix either with deflation of the crust of weathering formed in the primary source or with deflation of the placer previously formed. Allochthonous eolian placers are basal (transit) and dune ones. Basal eolian placers are confined to the eolian denudation surface and are mainly developed in basins and deflation grooves. Allochthonous dune placers of gold are restricted to areas between denudation and accumulation zones. As a rule, they are removed from a primary source and are not commercial because the metal particles that migrated together with blown sands are very small, dispersed, with low contents of gold. Not only remarkable shapes of gold particles and character of their surface but also windkanthers, specific structure of producing bed, deflation relief structures, i.e., grooves and basins, and typical lithology of sedimentary deposits are exploration tools for revealing eolic gold placers. As far as gold particles with marks of eolian treatment are not only of mineralogical interest but also generate high concentrations of the metal, e.g., in the Witwatersrand gold placer, we infer that the discovery of eolian gold placers of varying age in platforms all over the world is quite promising, in particular, in the eastern European, Siberian, North American, South American, African, and Australian Platforms as well as in platforms on the territory of Tuva and Mongolia.

Eolian processes, eolian gold, eolian gold placer

ВВЕДЕНИЕ

Масштабы влияния эоловых процессов на образование россыпей изучены слабо. Эоловые россыпи золота как генетический тип в ранее существующих классификациях не выделялись, в них лишь кратко упоминаются эоловые россыпи, например, алмаза, ильменита, рутила, циркона, титаномагнетита [1—5]. В существующих классификациях по россыпям золота рассмотрено в основном влияние гидродинамического фактора на образование россыпей. Поэтому в классификациях выделялись такие генетические типы россыпей, как аллювиальные, прибрежно-морские, пролювиальные и т. п. По результатам наших [6, 7] экспериментальных, минералогических исследований и полевых наблюдений, а также на основе анализа новейших литературных данных на качественно новом уровне знаний обоснованы и выделены новый морфологический тип — эоловое золото и новый генетический тип россыпей золота — эоловый. В последние годы эоловые процессы как россыпеобразующий фактор рассмотрены в ряде публикаций [8—11]. Н.Г. Патык-Кара [9—11] отмечает, что до последнего времени для ископаемых россыпей оставалось не изученным влияние эолового фактора, хотя примеры россыпей современных побережий свидетельствуют, что эоловые процессы формируют высокие концентрации полезного компонента в прибрежно-пляжевой зоне. Достоверные факты в пользу существования эолового россыпеобразования приведены в работе Н.А. Шилю [12]. Он считает, что данный тип россыпей значительно более широко распространен, чем представляется геологами в настоящее время. В связи с этим, по его мнению, разработка проблемы образования золотоносных россыпей в эоловых условиях заслуживает особого внимания. На актуальность данной проблемы указывает и то, что на всех платформах земного шара выявлены находки золотин с эоловыми признаками преобразования в разновозрастных отложениях — от протерозоя до кайнозоя. К тому же эоловое золото представляет не только минералогический интерес, но и образует высокие промышленные концентрации, например месторождение Витватерсранд [13—15], на котором обнаружены золотины с признаками эоловой обработки и псевдородного облика, а также совместно находящиеся „картечный“ пирит и галька в виде мелких ветрогранников.

Таким образом, выявление степени влияния эоловых процессов на образование золотоносных россыпей является актуальной проблемой, стимулирующей обобщение всех наших знаний об эоловых россыпях золота и могла бы служить основой для дальнейшего совершенствования поисково-разведочных работ на их обнаружение и методов их изучения.

ПРИЗНАКИ ВЛИЯНИЯ ЭОЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА РОССЫПЕОБРАЗОВАНИЕ

Для образования эоловых россыпей наиболее благоприятен аридный климат, поскольку в этих условиях эоловые процессы проявляются более интенсивно, чем в других климатических условиях. Однако геоморфологические исследования показали, что эоловые процессы и в эпоху оледенения играли важную роль в осадконакоплении и отразились в формировании ландшафта на этих территориях [16—18] и, несомненно, на характере россыпеобразования. Известно, что аридный литогенез развит на 20 % общей поверхности суши Земли, значительная часть которой относится к древним материковым платформам, хотя этот процесс также имеет место и в орогенных областях. Аридная зона делится на дефляционную

(80 %) и аккумулятивную. Следует подчеркнуть, что подобное соотношение наблюдалось и в прошлые геологические эпохи развития планеты [12]. В зависимости от мощности ветров формируется зональность пустынь — образование каменистой, песчаной (барханной или дюнной) и лессовой зон. Зону дефляции обычно составляют каменистые пустыни. Аккумулятивная зона представлена песчаными отложениями в виде дюн, барханов. Лессовая зона находится за пределами зоны дефляции, поскольку тонкий материал размером 0,001—1 мм, поднимаемый песчаными бурями на высоту 2—3 м, переносится на значительное расстояние 2,5—3 тыс. км, в результате чего образуются лессовые отложения. Формирование этих зон целиком зависит от скорости воздушных потоков над местностью. При формировании каменистой пустыни скорость ветра превышает 6 м/с, барханы и дюны образуются при скорости около 3 м/с, а толщи лесса формируются при более низких значениях скорости.

Эоловые процессы широко проявляются не только в районе аридных и перегляциальных пустынь, но и на поймах, и на террасах крупных долин в районах засушливого климата. Аллювиальные равнины, речные дельты, морские побережья, зандровые поля ледниковых комплексов являются главной ареной транспортирующей и создающей деятельности ветра, перемещающего и перерабатывающего ранее отложенные осадки [19]. Лишь в зоне пустынь ветру принадлежит самостоятельная роль в накоплении и перераспределении полезного компонента. Однако и здесь в процессы эолового переноса и аккумуляции нередко вовлекаются обломочные отложения иного генезиса — пролювиальные накопления сухих русел, древние аллювиальные и озерные отложения. Эоловые процессы наряду с другими способствуют высокой концентрации полезного компонента и формируют специфический по строению продуктивный горизонт. Механизм перемещения обломочного материала во многом сходен с механизмом его переноса водными потоками. Здесь выделяются те же две основные формы перемещения материала — во взвешенном состоянии и путем перекачивания, волочения. Помимо дифференциации материала по аэрокрупности, эоловый способ переноса обуславливает преобразование полезного компонента. При этом полезный компонент приобретает округлую форму, на нем появляется шероховатая и тонко матированная поверхность [9, 20]. При длительной переработке ветром на месте первичных убогих россыпных отложений (пролювиальных, прибрежно-морских, флювиогляциальных) за счет выноса легкого материала и концентрации полезного компонента могут формироваться богатые эоловые россыпи, в которых содержание полезного компонента может в десятки раз превышать первоначальное [19].

Аридный литогенез широко проявлен в истории развития Земли в виде эоловых форм рельефа: останцов, котловин и желобов выдувания, а также специфических по строению эоловых россыпей золота с определенным литологическим составом продуктивного горизонта, в котором отмечается высокая концентрация металла. Причем нами обнаружено, что наряду с присутствием эолового золота в про-

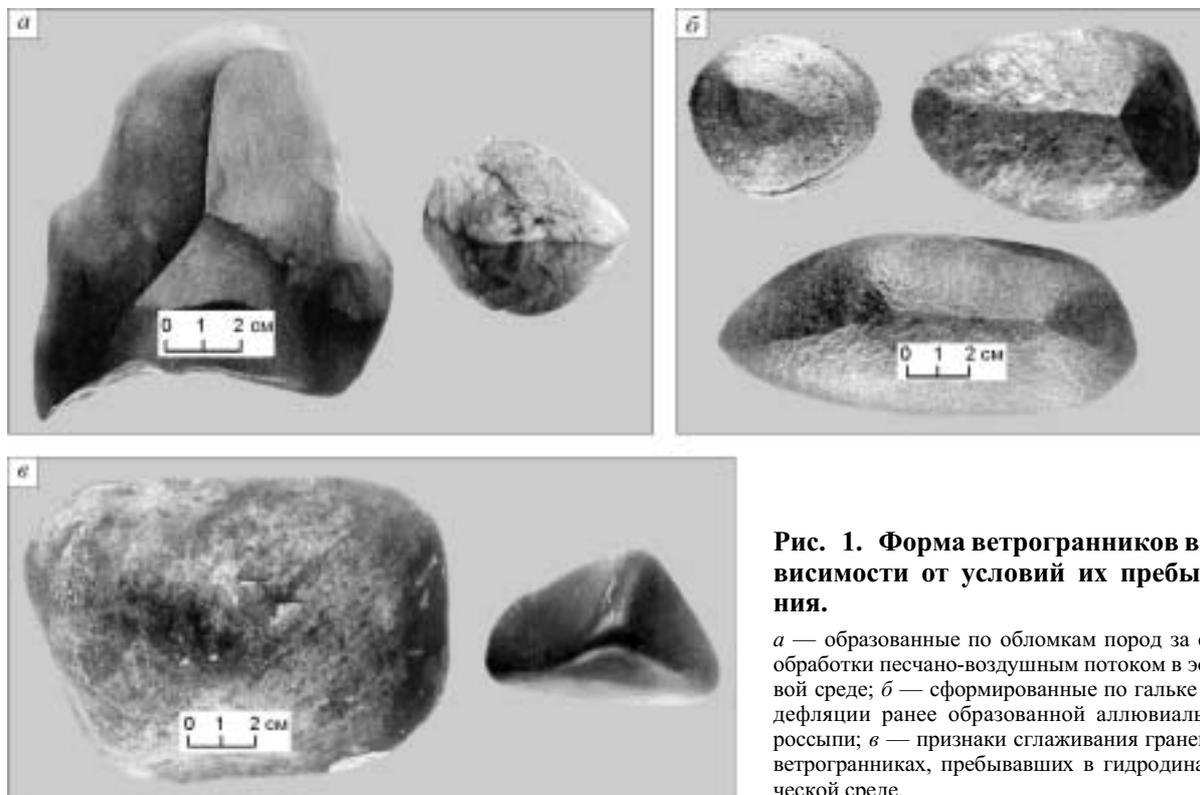


Рис. 1. Форма ветрогранников в зависимости от условий их пребывания.

a — образованные по обломкам пород за счет обработки песчано-воздушным потоком в эоловой среде; *b* — сформированные по гальке при дефляции ранее образованной аллювиальной россыпи; *в* — признаки сглаживания граней на ветрогранниках, пребывавших в гидродинамической среде.

дуктивном горизонте отмечается наличие и других минералов с признаками эоловой обработки — циркон, ильменит и т. д. Также для продуктивного эолового горизонта характерно присутствие ветрогранников. К ним относятся обломки пород, имеющие три грани, сформированные при дефляции обломков коренных пород при длительной обработке их песчано-воздушным потоком (рис. 1,а); иногда ветрогранники образуются по гальке, ранее сформированной в гидродинамической среде (см. рис. 1,б). В случае пребывания ветрогранника в гидродинамической среде грани на его поверхности сглаживаются (см. рис. 1,в). Следовательно, по механизму образования ветрогранников можно судить о генезисе отложений. К другим признакам влияния аридного литогенеза при формировании осадочных золотоносных толщ относятся пустынный загар на породах (образование марганцевых, железистых пленочек и т. д), осаждение силикатных и кальцитовых корочек на гальке.

В пределах палеопустынь обнаружены дополнительные признаки эоловой деятельности: дефляционно-скульптурные формы рельефа, а также котловины и желоба выдувания [10, 12, 17, 19]. Дефляционно-скульптурные формы рельефа нередко сложены песчаными отложениями мощностью от первых сантиметров на возвышенностях до десятков метров в отрицательных формах рельефа. Иногда на таких песках отмечается чехол лессовидных отложений, причем мощность последних достигает сотни метров. Эоловые формы рельефа обнаружены нами в современном ландшафте на востоке Сибирской платформы (Лено-Анабарское и Лено-Вилуйское междуречья) и на Восточно-Европейской платформе на Кольском п-ове, где отмечается золото с признаками эоловой обработки, а также в центральной части России (Смоленская, Горьковская, Воронежская, Кировская и др. области). Широкое влияние эоловых процессов на формирование рельефа и литологического состава отложений выявлено и на Северо-Американской платформе, на территории Канады, Аляски, где обнаружено высокое содержание золота с признаками эоловой обработки [21]. А. Дюк-Родкин [21] утверждает, что перестройка долининной сети, обусловленная эпохами оледенений, охватила более чем 95 % территории Канады и Аляски, где эоловые процессы интенсивно проявлялись в перигляциальных областях. Деятельность эоловых процессов отразилась в формировании рельефа и на перераспределении металла, а также на преобразовании полезного компонента. Эоловые процессы влияли на образование россыпей не только в четвертичное время, но и в древние эпохи развития Земли, о чем свидетельствуют обнаруженные эоловые признаки в девонских россыпях Тиманского кряжа на востоке Европейской платформы [22] и на месторождении Витватерсранд позднеархейского возраста Африканской платформы [13—15].

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭОЛОВОГО ЗОЛОТА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЕГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Эоловое золото представлено чешуйчатыми золотинами с валиком по периферии, тороидальными и шаровидно-пустотелыми размером 0,1—0,25 мм, а также массивными золотинами размером более 0,25 мм (рис. 2). Последние имеют дисковидную, пластинчатую с валиком по периферии и комковидную формы со специфической пленочно-волоконистой поверхностью, характерной для эолового воздействия [23].

Чаще всего эоловое золото встречается в истоках рек там, где размываются базальные эоловые горизонты. Золотины размером 0,1—0,25 мм имеют обширный ореол рассеяния, по сравнению с золотинами размером более 0,25 мм, поскольку последние из-за массивности не транспортируются на большие расстояния. Массивные золотины не обладают ярко выраженными признаками эолового золота и зачастую классифицируются как аллювиальное золото. Однако подобные формы золота, как правило, встречаются совместно с тороидальным и шаровидно-пустотелым золотом. Обнаружение более крупного эолового золота свидетельствует о поступлении металла из головной части эоловой россыпи. Тороидальные и шаровидно-пустотелые формы золотин встречаются как в головной части россыпи, так и в хвостовой. В связи с этим они могут служить поисковым критерием для обнаружения эоловых россыпей золота. При этом следует подчеркнуть, что эоловое золото в гидродинамических условиях не сохраняет свои морфологические особенности, а приобретает уплощенные формы — чешуйки, пластинки [24]. К тому же обнаружено, что процент встречаемости эолового золота в древних отложениях меньше, чем в молодых [23]. Это объясняется тем, что в результате воздействия на него литостатического давления вышележащих толщ эоловое золото в древних отложениях претерпевает ряд изменений и в связи с этим приобретает псевдорудный облик [25]. При этом происходит как бы „срастание“ золота с кварцем, ильменорутилом, цирконом и другими минералами вмещающих пород. Подобное золото обнаружено на Лено-Вилуйском междуречье, в местах размыва укугутской свиты юрского возраста, на Анабаро-Оленекском междуречье востока Сибирской платформы в металлоносных конгломератах протерозойского, пермского, триасового и юрского возрастов. Псевдорудное золото также характерно для древней россыпи Тиманского кряжа девонского возраста востока Европейской [22] и для золотоносных конгломератов месторождения Витватерсранд Африканской платформ [26]. Предыдущими исследователями подобное золото в этих регионах принималось за субрудный металл, и в связи с этим велись поиски рудных источников на близлежащих площадях.

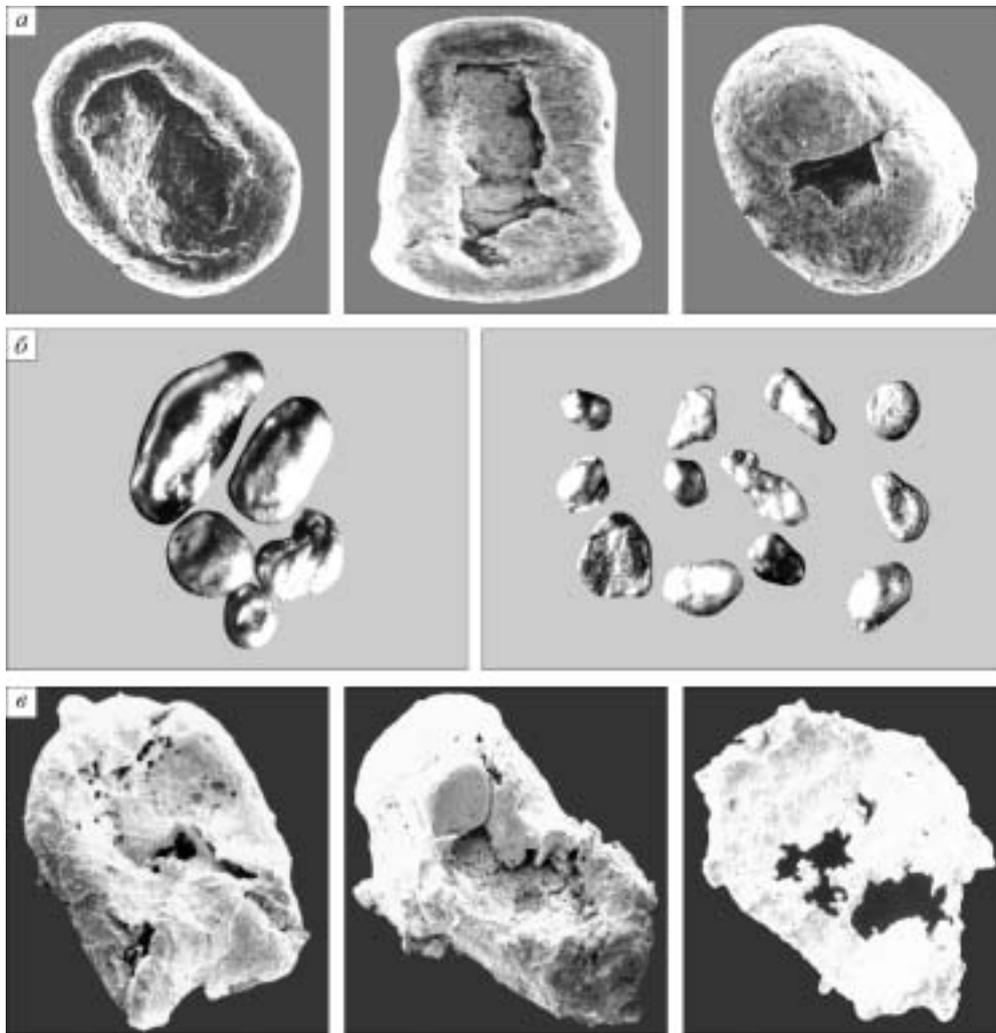


Рис. 2. Золотины с признаками эоловой обработки из платформенных областей (увел. $\times 300$):

а — востока Сибирской; *б* — Русской (материалы С.В. Яблоковой, 1995); *в* — Африканской [14].

Анализ закономерности распределения золотин с признаками эоловой обработки по литературным данным позволил выявить, что подобные формы золота распространены весьма широко и обнаружены почти на всех платформах мира, в частности, на востоке Сибирской и Европейской платформ, на Северо-Американской, Южно-Американской, Африканской и Австралийской платформах [27] (рис. 3). Обширный ореол рассеяния тороидального и шаровидно-пустотелого золота впервые был обнаружен в отложениях различного возраста Сибирской платформы [28—40].

Золото с признаками эоловой обработки выявлено на Европейской платформе, в частности на Северном Урале [41], Тиманском кряже [22], Балтийском щите [42], Кольском п-ове [43], а также в центральной части Русской платформы [44—47]. Подобные формы золота обнаружены в разновозрастных отложениях на территории Скандинавских стран, Франции, Чехословакии, о. Кипр [48—51].

Шаровидные пустотелые формы золота выявлены также на Северо-Американской платформе, в аллювиальных отложениях месторождения Альберта в Канаде, на россыпном месторождении Абитиби (штаты Онтарио и Оригон) и на Аляске около мыса Ном [52—54]. Следует отметить, что К.И. Богдановичем [53] еще в 1919 году было описано золото с признаками эоловой обработки на россыпном месторождении севера Аляски. Он обратил внимание, что золото имеет необычную двояковогнутую форму с тупыми краями, видимо, имелось в виду не что иное, как тороидальная форма золота.

На юге Американской платформы золотины с признаками эоловой обработки установлены в россыпных месторождениях Боливии, Колумбии, Панамы, Эквадора, в юго-восточной части Африки — на территории Мозамбика, Зимбабве, Танзании [54, 55]. Подобные формы золота обнаружены на месторождении Кангаба (Мали) [56], а также на месторождении Витватерсранд [14, 15].

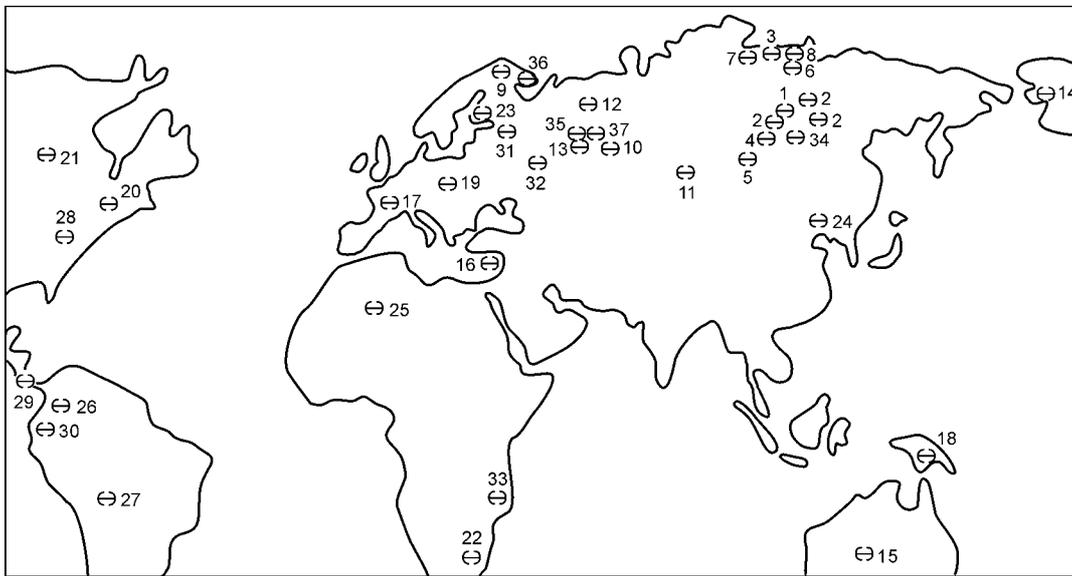


Рис. 3. Схема распространения шаровидно-пустотелого и тороидального золота в различных регионах земного шара, по литературным источникам.

1 — В.И. Тимофеев [28]; 2 — Э.Д. Избеков [29]; 3 — Б.Р. Шпунт [31]; 4 — Н.И. Анисимов и др. [35]; 5 — А.П. Мордвин [40]; 6 — И.В. Шаламов [34]; 7 — И.М. Гончаров и др. [33]; 8 — А.Г. Александров, В.А. Мендель [32]; 9 — В.З. Негруца [42]; 10 — Б.В. Рыжов и др. [41]; 11 — Л.А. Миняйло [39]; 12 — А.А. Котов и др. [8]; 13 — Наумов [44]; 14 — К.И. Богданович [53]; 15 — E.J. Dunn [57]; 16 — N.A. Tourtelot [51]; 17 — G. Machairas [49]; 18 — P.L. Lowenstein [58]; 19 — Klominsky et al. [50]; 20 — R.N.W. DiLabio et al. [54]; 21 — L. Giusti [52]; 22 — T. Oberthur, R. Saager [26], W.E.L. Minter et al. [14]; 23 — Y. Vuorelainen, R. Tornroos, 1986 [48]; 24 — Zhaoxia Qiu, 1986 [59]; 25 — Ph. Freyssinet et al., 1988 [56]; 26—30 — Dilabio et al. [54]; 31 — Н.П. Лукьяненко, В.В. Колпаков [46]; 32 — С.С. Кальниченко и др. [47]; 33 — В.Л. Сухорослов, С.В. Яблокова [53]; 34 — З.С. Никифорова, А.А. Сурнин [38]; 35 — З.С. Никифорова и др. [22]; 36 — А.В. Сурков [43]; 37 — К.И. Воскресенский [45].

На Австралийской платформе шаровидные пустотелые формы золота выявлены в аллювиальных отложениях [57]. Подобное золото встречается в аллювиальных осадках р. Биару (Папуа Новая Гвинея) [58], на золоторудном месторождении Ийнань (Китай) [59].

Изучение коллекций россыпного золота платформенных областей, представленных московскими и сибирскими учеными, позволило обнаружить, что золото во многих регионах мира имеет следы эоловой обработки. К примеру, на территории западной части Африки золотины с эоловой обработкой обнаружены в бассейне р. Баффинг (Республика Гвинея). Золото подобной формы выявлено в пределах Южно- и Северо-Американской платформ в штатах Калифорния (р. Сакраменто) и Аляска (Колорадо, Клондайк, Ном). Также золото с признаками эоловой обработки обнаружено в россыпях Монголии (прииск Заамар), Тувы (Танку-Тува).

Таким образом, золото с признаками эоловой обработки широко распространено на всех платформах мира в отложениях от протерозоя до кайнозоя и образует промышленные концентрации [7, 27]. На основании этого нами был выделен и обоснован новый генетический тип россыпей золота — эоловый.

ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ И ТИПЫ ЭОЛОВЫХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА

Эоловая россыпь золота — это генетический тип россыпи, формирующийся в результате ветровой денудации, при которой транспортировка выветрелого и дезинтегрированного материала и концентрация в нем полезного компонента осуществляются при воздействии направленных господствующих ветров. Механизм формирования дефляционной эоловой россыпи нами представляется следующим. В результате эоловой деятельности происходит выдувание из вмещающей матрицы в первую очередь легкого материала, а затем и мелких частиц металла и перемещение освобожденных золотинок по траектории α относительно источника питания. В зависимости от крупности золотинок, последние на пути перемещения подвергаются дифференциации. В головке россыпи концентрируется более крупный массивный металл, а в хвостовой части более мелкий. В результате эоловой денудации в рельефе образуются широкие и довольно глубокие ложбины, на днище которых размещается маломощный продуктивный горизонт. Он, как правило, плащеобразно перекрывает дефляционную поверхность, имеет удивительно малую мощность — первые десятки сантиметров и осложнен сериями струй. В этом горизонте, обычно представленном песчано-галечно-гравийным материалом с низким содержанием глинистого вещества, отме-

чается наличие золота с эоловой обработкой. Места находок эолового золота хорошо коррелируются с фрагментарно развитыми поверхностями дефляционных палеопустынь, ореол которых может быть реконструирован по находкам ветрогранников [16]. По механизму образования ветрогранников можно реконструировать генезис эоловой россыпи.

Эоловые россыпи могут возникать как за счет непосредственного разрушения коренного источника, так и за счет ранее образованных пролювиальных, аллювиальных и прибрежно-морских россыпей. В связи с этим предлагаем подразделять их на эоловые россыпи и на россыпи гетерогенного происхождения — эолово-пролювиальные, эолово-аллювиальные и эолово-морские.

В группах **эоловых россыпей** следует выделять автохтонные и аллохтонные.

Автохтонные дефляционные россыпи образуются при денудации матрицы коренного рудного источника или при дефляции сформированной на нем золотоносной коры выветривания, либо при дефляции палеороссыпи, возникшей в гидродинамической среде (пролювиально-эоловые, аллювиально-эоловые, прибрежно-пляжевые эоловые). В эоловых россыпях, образованных за счет дефляции коренного источника, преобладают золотины массивно-шаровидной или неправильной формы с округло-толщенными концами отростков. Для таких россыпей характерен инкрустированный золотом кварц.

Автохтонной эоловой россыпью *голоценового возраста* является, по мнению авторов, месторождение Кангаба (Мали, Южно-Африканская платформа). Эта россыпь образована за счет дефляции коренного источника и развитой на нем коры выветривания [56]. Месторождение локализовано на породах докембрийской системы Биримия. Коренными источниками золота являются кварцевые жилы или лимонитовые брекчии. С поверхности коренное месторождение перекрыто мощным чехлом продуктов латеритового выветривания. По нашему мнению, механизм образования эоловой россыпи представляется следующим [60]. При дезинтеграции многочисленных кварцевых жил в коре выветривания образовался вторичный ореол рассеяния золота, который был разрушен дефляционными процессами. При этом происходило постепенное выдувание песчаного и глинистого материала, золото освобождалось и под действием движения песчаного потока перемещалось на определенное расстояние. При перемещении в зоне дефляции оно подвергалось механическому преобразованию. В результате чего на чешуйчатых и пластинчатых золотилах формировались тонкие валики по периферии, таблитчатые преобразовались в дисковидные, дендритовидные — в комковидные с округлыми выступами [23]. На золоте в сростках с кварцем наблюдается кварц, инкрустированный золотом [61]. Поскольку автохтонная эоловая россыпь образована за счет дефляции рудного источника, для нее кроме типично эолового золота характерно присутствие небольшого процента комковидных форм золота с пленочно-волокнутой поверхностью, дисковидных и пластинчатых форм с валиком по периферии и золотинов с кварцем, в которых золото как бы обволакивает кварц, а также инкрустированного золотом кварца. Наиболее крупное золото концентрировалось вблизи золотоносных жил, а мелкое и тонкое переместилось на дальнейшее расстояние. Таким образом, происходило формирование маломощного горизонта с высокой концентрацией металла. В связи с тем, что рудное поле сложено многочисленными золото-кварцевыми жилами значительной протяженности, сформировался плащеобразный продуктивный горизонт. Он выдержан по простиранию и осложнен веерами и сериями струй.

Автохтонными эоловыми россыпями являются россыпи, сформированные при дефляции палеороссыпей *кайнозойского возраста*, которые выявлены в Кемпендйской дислокации в истоках рек Намана и Кемпендй. Продуктивный горизонт сложен главным образом галечно-гравийным материалом с незначительным содержанием глины. В составе галечно-гравийного материала присутствуют ветрогранники [36]. Этот горизонт выдержан по простиранию, осложнен веерами, сериями струй и обогащен эоловым золотом, которое представлено в основном дисковидными, пластинчатыми с валиком по периферии и комковидными формами с характерными для эолового воздействия пленочно-волокнутой поверхностью, а также тороидальными и шаровидно-пустотелыми образованиями. Как правило, повышенные концентрации металла оконтуривают поля локализации источников питания (коренных или коллекторов)

Автохтонной эоловой россыпью *девонского возраста* является месторождение Ичет-Ю, расположенное на Тиманском кряже Русской платформы [22]. Продуктивный пласт локализован в базальных гравелитах, конгломератах и песчаниках яранской свиты верхнего девона. Россыпь является комплексной и содержит золото, алмазы и редкие металлы. Она с размывом залегает на неровной поверхности малоручейской свиты среднего девона, а местами непосредственно на метаморфических породах верхнего протерозоя. Контурсы россыпного поля контролируются эрозионно-структурной депрессией. Особенностью данного месторождения являются значительное площадное распространение и выдержанность по простиранию маломощного (до 30 см) продуктивного пласта. Строение россыпи осложнено сериями вееров и струй, обогащенных полезными компонентами. Гранулометрический состав песчано-галечно-гравийного пласта характеризуется преобладанием мелкогалечного материала (2—4 см) и гравия, незначительным содержанием крупной гальки и еще меньшим — мелких валунов. Материал сложен кварц-кварцитовыми породами. В продуктивном горизонте наблюдаются ветрогранники, преимущественно кварцевого состава. Содержание глинистой фракции не превышает 5 %, мелкогалечной — 8—13 %,

среднегалечной — 1 %. Следует отметить, что с запада на восток размерность галечного материала уменьшается и конгломераты постепенно переходят в гравелиты. При изучении минерального состава тяжелой фракции и закономерности его распределения установлено, что в западной части россыпного поля преобладают полезные компоненты большей плотности, а в восточной части — меньшей. Золото представлено в основном типично оловыми формами — чешуйками с валиком по периферии (60 %) и тороидальными и шаровидно-пустотелыми образованиями (до 15 %). Единицы процентов составляют золотины комковидной и дисковидной форм. На некоторых объектах золото имеет псевдорудный облик [22, 25]. Таким образом, отчетливая дифференциация по гранулометрическому составу обломочных пород и полезных компонентов в зависимости от их плотности в продуктивном пласте, а также характер строения россыпи и наличие в нем золотины с оловой обработкой свидетельствуют о необычном режиме россыпеобразования, т. е. о том, что россыпь формировалась при значительном влиянии оловых процессов.

Аллохтонные оловые россыпи характеризуются хорошей дифференциацией по размерности полезного компонента и подразделяются на базальные (транзитные) и дюнные. Термин „базальный“ указывает на приуроченность россыпи к поверхности оловой денудации. Подобные россыпи обычно располагаются в котловинах и желобах выдувания и обнаружены нами на Лено-Вилуйском междуречье востока Сибирской платформы [36]. Накопление металла происходит в период дефляции за счет поступления его транзитом в котловину выдувания под воздействием ударов песчинками по поверхности пустыни. При этом песок с мелким золотом (менее 0,16 мм) выносится из котловин, а золотины размером 0,15—0,3 мм остаются. Золотоносные слои аллохтонной оловой россыпи также отличаются малой мощностью (от первых до десятков сантиметров) и наличием в перекрывающих их толщах горизонтов, обогащенных минералами средней плотности, накапливающимися в условиях устойчивого ветрового режима. Мощность и степень обогащения этих горизонтов зависит от длительности устойчивого ветрового режима. Форма золотины может быть унаследованной как от коренного золота, так и от россыпного. Базальное золото, как правило, концентрируется в тонких продуктивных галечно-гравийных горизонтах с присутствием ветрогранников. Оно представлено тороидальными и шаровидно-пустотелыми золотинами размером менее 0,25 мм и является „сквозным“ металлом для всех оловых режимов, поскольку подобное золото встречается как в зоне дефляции, так в зоне транзита и аккумуляции. Также установлено, что оловый облик золота сохраняется только в местах размыва базального горизонта. Следовательно, форма самого металла может являться наиболее надежным поисковым критерием для обнаружения дефляционного продуктивного горизонта, содержащего более крупный металл.

Аллохтонные дюнные россыпи золота обычно фиксируются на морском побережье, где они формируются при чередовании морского прибоя с преобладанием ветровой эрозии, поэтому такие россыпи очень трудно разделять в генетическом плане. Подобные россыпи не представляют промышленного интереса, поскольку металл, перемещаемый совместно с перевеваемыми песками (дюнами), очень мелкий (менее 0,1 мм) и находится в рассеянном состоянии. Дюнное золото представлено тонкими и мелкими тороидами. Обычно такие россыпи оторваны от коренного источника. Они возникают за счет многократного переотложения золотоносных толщ. Аллохтонные дюнные россыпи золота наблюдаются на всей территории Лено-Вилуйского и Анабаро-Оленекского междуречий на востоке Сибирской платформы [36, 37]. Расположены они обычно между зонами денудации и аккумуляции.

Гетерогенные оловые россыпи формируются под воздействием ветров, но в отличие от вышеохарактеризованных в перераспределении металла участвуют гидродинамические процессы рек или прибрежно-пляжевых зон морей и крупных озер. В первом случае золото, принесенное ветрами, перемывается в руслах рек, а во втором — на берегах морей. Следовательно, будут формироваться ореолы с чертами распределения металла аллювиальных или прибрежно-пляжевых россыпей. В соответствии с этим они могут быть определены как олово-аллювиальные или олово-прибрежные. Уточним, что к этой группе россыпей относятся лишь те, образование которых протекает по мере поставки ветрами все новых и новых порций полезных компонентов. В случае перемыыва более древних золотоносных оловых толщ будут формироваться аллювиальные или прибрежно-пляжевые россыпи, происхождение которых обязано промежуточным коллекторам.

Олово-пролювиальные россыпи гетерогенного происхождения формируются в желобах выдувания как результат чередования оловых процессов с деятельностью временных водотоков. Привнос металла обеспечивает ветер, а временные водные потоки обуславливают формирование его скоплений в виде узких струй — „шнурков“ вдоль днища ложбин. Россыпи этого типа могут развиваться как на базальной поверхности денудации, так и при чередовании накопления и денудации песков с постепенным наращиванием суммарной мощности оловых и пролювиальных образований. Таким путем формируются обширные поля россыпей, расположенные на очень небольшом удалении друг от друга. Россыпи имеют субпараллельное протяжение, могут пересекаться как в плане, так и по вертикали. Продуктивные „шнурки“ по литологическому составу отличаются от вмещающих песков скоплением шаровидной оловой гальки размером не крупнее 2—3 см. Когда пролювиальные процессы преобладают над оловыми, тогда возникают пролювиально-оловые россыпи. В сезон обильного выпадения осадков в аридном климате

может интенсивно происходить процесс формирования пролювиальных золотоносных отложений. Временные водные потоки формируют конусы выноса, распространяющиеся на значительные площади. Затем под влиянием эоловой деятельности происходит выдувание мелких и легких частиц пролювиального материала и формирование продуктивного золотоносного горизонта с высокой концентрацией металла. Поскольку пролювиальные процессы связаны с сезонным выпадением осадков, происходит формирование пачки переслаивания отложений, в которой пролювиальные накопления сменяются продуктивным золотосодержащим горизонтом, сформированным при участии эоловых процессов. Далее пролювиальные процессы возобновляются и, таким образом, происходит чередование пролювиальных и эоловых фаций осадков.

Примером *эоловой россыпи гетерогенного происхождения*, по-нашему мнению, может служить месторождение Витватерсранд [7, 13]. Оно включает группу рудных районов, расположенных вдоль окраины древнего прогиба протяженностью 360 км при ширине 120 км. Возраст формирования месторождения позднеархейский (3,1—2,7 млрд лет). Рудные районы достигают площади 60 × 30 км. Прогиб является частью разрушенного желобообразного трога длиной не менее 1200 км. Он выполнен вулканогенными и осадочными толщами суммарной мощностью 7—11 км. Осадочные породы представлены кварцитами, сланцами и песчаниками. Среди хемогенно-осадочных кварцитов наиболее распространены полосчатые железистые кварциты и присутствуют аргиллитовые полевошпат-кварцевые песчаники. В сланцах встречаются горизонты, обогащенные алюмосиликатами или оксидами железа. Строение россыпи следующее [7, 13]. Продуктивный горизонт имеет плащеобразную форму и представлен обычно прослоями конгломератов мощностью до 2 м. Размер гальки не превышает 4,5 см по длинной оси. Среди гальки конгломератов встречаются ветрогранники. Галечники плащеобразно покрывают палеоповерхность. Иногда золотоносные слои содержат не галечный материал, а тухолиты, представляющие собой желваки или небольшие ковровообразные линзы. Золотоносные слои глубоко метаморфизованы, обогащены урановыми и другими рудными минералами, а также углистым материалом органического происхождения. В конгломератах обычно встречается хорошо окатанный, в виде шариков, пирит (2—3 %). Золото представлено типично эоловыми формами — чешуйчатыми золотинами с тонкими валиками по периферии, тороидальными и шаровидно-пустотелыми образованиями [7, 13—15]. Некоторые из них претерпели литостатическое давление и приобрели псевдорудный облик [25, 26], т. е. морфологически они стали похожи на золото гидротермального происхождения. Все вышеуказанные особенности строения россыпного месторождения Витватерсранд, специфический характер осадочных отложений, наличие в золотоносных горизонтах „картечного“ пирита, тухолитов, ветрогранников и эолового золота противоречат предположению о гидродинамическом россыпеобразовании. Выявленные особенности строения россыпи наиболее обоснованно объясняются с точки зрения эолового россыпеобразования и подкреплены фактурными данными и экспериментальными исследованиями [7, 13—15, 26].

Итак, приведенные примеры эоловых россыпей золота свидетельствуют, что эоловые процессы имели определенное влияние на россыпеобразование не только в четвертичное, но и в докембрийское время, что подтверждается обнаружением эоловых признаков в древних золотоносных толщах, а именно, наличие эолового золота, ветрогранников, специфического строения россыпи, литологического состава и ряда других косвенных признаков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате изучения влияния эоловых процессов на россыпеобразование выявлено следующее. В перераспределении и концентрации металла при формировании золотоносных россыпей наряду с гидродинамическими принимали участие эоловые процессы, преимущественно проявленные в платформенных областях. Благоприятным климатом для образования эоловых россыпей золота является не только аридный, но и нивальный, поскольку в эпоху оледенения эоловые процессы также играли важную роль в формировании подобных россыпей. Эоловое золото представлено различной формой и размерностью. Кроме частиц золота с типично эоловыми признаками, отмечается кварц, инкрустированный золотом. Места находок эолового золота хорошо коррелируются с фрагментарно развитыми поверхностями дефляционных палеопустынь, ореол которых может быть реконструирован по находкам ветрогранников. Эоловые россыпи золота характеризуются специфическим строением и обнаружены на всех платформах в отложениях различного возраста. Продуктивный горизонт плащеобразно перекрывает дефляционную поверхность, имеет удивительно малую мощность — первые десятки сантиметров, осложнен сериями струй. Этот горизонт обычно представлен песчано-галечно-гравийным материалом с низким содержанием глинистого вещества, в котором отмечается золото с признаками эоловой обработки. Эоловые россыпи подразделяются на автохтонные и аллохтонные. Особенностью автохтонной дефляционной россыпи является плащеобразное строение продуктивного горизонта, выдержанного по простиранию при малой мощности (от первых сантиметров до первых десятков сантиметров). Галечно-гравийный материал плохо сортирован, и в нем отмечаются ветрогранники. Аллохтонные эоловые россыпи золота

отличаются высокой дифференциацией по размерности галечного материала и плотности шлиховых минералов. Подавляющая часть эолового золота представлена фракцией 0,1—0,25 мм. Причем аллохтонные россыпи, сформированные за счет продуктов латеритного выветривания коренных источников тонкопрожилкового или вкрапленного типа, отличаются полным отсутствием галечного гравийного материала и сульфидов. Палеороссыпи эолового происхождения, претерпевшие процессы литификации, характеризуются присутствием в них эолового золота и золотин псевдорудного облика. Поисковыми критериями обнаружения эоловых россыпей золота является наличие золота с признаками эоловой обработки, ветрогранников, специфическое строение продуктивного пласта, а также присутствие дефляционных структур рельефа и характерный литологический состав осадочных отложений. Поскольку золотины с эоловой обработкой образуют высокие концентрации металла, например россыпное месторождение Витватерсранд, сделан вывод о перспективности обнаружения эоловых россыпей золота различного возраста, в частности, на востоке Европейской и Сибирской платформ, на Северо-Американской (Аляска, Канада), Южно-Американской, Африканской, Австралийской платформах, а также на территории Тувы и Монголии.

Авторы искренне признательны М.И. Новгородовой (музей им. Ферсмана); А.В. Суркову (МГА); Н.Г. Патык-Кара, Е.Г. Бардеевой (ИГЕМ); С.В. Яблоковой (ЦНИГРИ); В.И. Лебедеву (ТувИКОПР), А.С. Борисенко (ИГ СО РАН) за предоставленную возможность изучить коллекции золота из других регионов мира.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 00-05-65138; 02-05-06529 МАС) и в рамках гранта Президента РФ № 2082.2003.5.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Билибин Ю.А.** Основы геологии россыпей. М., Изд-во АН СССР, 1938, 471 с.
2. **Рожков И.С.** Условия формирования и типы золотоносных россыпей // Тр. ЦНИГРИ, вып. 78. М., 1967, с. 149—169.
3. **Трофимов В.С.** Генетические типы россыпей и закономерности их размещения // Закономерности размещения полезных ископаемых, Т. 4. М., 1960, с. 5—19.
4. **Желнин С.Г.** К вопросу об эволюции россыпей и их генетической классификации // Древние и погребенные россыпи СССР. Киев, Наук. думка, 1977, с. 39—44.
5. **Избеков Э.Д.** Образование и эволюция россыпей. Новосибирск, Наука, 1985, 190 с.
6. **Филиппов В.Е., Никифорова З.С.** Преобразование частиц самородного золота в процессе эолового воздействия // Докл. АН СССР, 1988, т. 299, № 5, с. 1229—1232.
7. **Филиппов В.Е., Никифорова З.С.** Формирование россыпей золота при воздействии эоловых процессов. Новосибирск, Наука, 1998, 160 с.
8. **Котов А.А., Повонский В.В., Яцкевич Б.А.** Металлоносные конгломераты одного из районов Восточно-Европейской платформы // Тез. докл. VIII совещания по геологии россыпей. Киев, 1987, с. 176—177.
9. **Патык-Кара Н.Г., Гореликова Н.В., Мохов А.В.** Циркон ископаемых россыпей как индикатор эоловых процессов // Докл. РАН, 1994, т. 335, № 5, с. 613—615.
10. **Патык-Кара Н.Г.** Россыпеобразование в аридных обстановках // Литология и полезные ископаемые, 1995, № 2, с. 138—150.
11. **Патык-Кара Н.Г., Бардеева Е.Г.** Метод актуализма при реконструкции локальных обстановок формирования ископаемых титан-циркониевых россыпей // Руды и металлы, 1997, № 6, с. 33—44.
12. **Шило Н.А.** Учение о россыпях. М., Академия горных наук, 2000, 632 с.
13. **Филиппов В.Е.** Роль эоловых процессов в формировании металлоносных конгломератов и сопутствующих им отложений в бассейнах типа Витватерсранд // Отечественная геология, 1997, № 8, с. 40—42.
14. **Minter W.E.L., Goedhart M., Knight J., Frimmel H.E.** Morphology of Witwatersrand gold grains from the Basal reef: Evidence for their detrital origin // Econ. Geol., 1994, v. 88, № 2, p. 237—248.
15. **Сафонов Ю.Г., Бершов Л.В., Богатырев Б.А. и др.** Главнейшие признаки первично-осадочной природы раннепротерозойских золото-урановых руд бассейна Витватерсранд (ЮАР) // XII международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания „Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий“. М., 2000, с. 325—328.
16. **Колпаков В.В.** Об ископаемых пустынях нижнего течения Лены // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода. 1970, № 37, с. 76—82.
17. **Бабаев А.Г., Зонн И.С., Дроздов Н.Н. и др.** Пустыни. М., Мысль, 1968, 318 с.
18. **Pewe Troy I., Journaux A.** Origin and character of loesslike silt in unglaciated south-central Yakutia, Siberia, USSR // Geol. Surv. Profess. Par., 1983, № 1261, 46 p.

19. **Кухаренко А.А.** Минералогия россыпей. М., Госгеолтехиздат, 1961, 318 с.
20. **Рыжов Б.В.** О генезисе покровных лессовидных суглинков Урало-Тобольского междуречья // Бюл. комиссии по изучению четвертичного периода, 1974, № 41, с. 149—156.
21. **Дюк-Родкин А.** Методы реконструкции доледниковых долинных систем при поисках месторождений // XII международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания „Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий“. М., 2000, с. 123—125.
22. **Никифорова З.С., Филиппов В.Е., Цаплин А.Е.** Эоловое золото одного из россыпных месторождений Тиманского кряжа // Геология рудных месторождений, 1991, т. 33, № 2, с. 112—116.
23. **Никифорова З.С.** Типоморфные особенности эолового золота // Зап. ВМО, 1999, вып. 5, с. 79—83.
24. **Филиппов В.Е.** Моделирование условий формирования аллювиальных россыпей золота. Якутск, 1991, 44 с. (Препр. / Якут. ин-т геологических наук СО АН СССР).
25. **Никифорова З.С., Филиппов В.Е.** Золото псевдорудного облика в древних конгломератах // Докл. АН СССР, 1990, т. 311, № 2, с. 455—457.
26. **Oberthur T., Saagger R.** Silver and mercury in gold particles from the Proterozoic Witwatersrand placer deposits of South Africa: Metallogenic and geochemical implication // Econ. Geol., 1986, v. 81, p. 20—31.
27. **Никифорова З.С.** Закономерности размещения эолового золота // Отечественная геология, 1999, № 4, с. 24—26.
28. **Тимофеев В.И.** О россыпной золотоносности р. Вилюй // Разведка и охрана недр, 1965, № 6, с. 1—5.
29. **Избеков Э.Д.** Особенности россыпного золота Вилюйской синеклизы и прилегающих районов // Россыпи золота и их связи с коренными источниками в Якутии. Якутск, 1972, с. 178—199.
30. **Трушков Ю.Н., Избеков Э.Д., Томская А.И., Тимофеев В.И.** Золотоносность Вилюйской синеклизы и ее обрамления. Новосибирск, Наука, 1975, 149 с.
31. **Шпунт Б.Р.** Типоморфные особенности и генезис россыпного золота на севере Сибирской платформы // Геология и геофизика, 1974, № 9, с. 77—78.
32. **Александров А.Г., Мендель В.А.** Комплексная золото-редкометалльная минерализация базальных палеозойских конгломератов окраины Сибирской платформы // Тез. докл. VIII совещания по геологии россыпей. Киев, 1987, с. 118—120.
33. **Гончаров И.М., Израилев Л.М., Натапов Л.М. и др.** Этапы россыпеобразования и минералогические особенности золота одного из древних выступов Сибирской платформы // Там же, с. 107—108.
34. **Шаламов И.В.** Морфологические особенности россыпного золота северо-востока Сибирской платформы // Там же, с. 125—126.
35. **Анисимов Н.И., Тищенко Е.И., Тищенко М.Д.** Дальность сноса и условия накопления золота в аллювиальных отложениях зоны сочленения Сибирской платформы с Байкальской горной областью // Транспортировка полезных ископаемых в россыпях. Якутск, ЯФ АН СССР, 1975, с. 77—78.
36. **Филиппов В.Е., Никифорова З.С.** Проявление эоловой золотоносности на Лено-Вилюйском водоразделе // Минералогические аспекты металлогении Якутии и сопредельных территорий. Якутск, 1990, с. 66—75.
37. **Никифорова З.С.** Эоловое золото северо-востока Сибирской платформы // Важнейшие промышленные типы россыпей и месторождений кор выветривания. М., 1997, с. 172.
38. **Никифорова З.С., Сурнин А.А.** К проблеме россыпной золотоносности средней Лены // Отечественная геология, 2001, № 5, с. 70—72.
39. **Миняйло Л.А.** К вопросу о происхождении тороидальной формы россыпного золота (Урал и Западно-Сибирская равнина) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления (Тез. докл. отд. ВМО). Тюмень, 1980, с. 8—11.
40. **Мордвин А.П.** Хужирское рудопроявление золотоносных конгломератов // Геология и золотоносность конгломератов рифея и венда южного обрамления Иркутского амфитеатра. Иркутск, 1972, с. 154—189.
41. **Рыжов Б.В., Николаева Л.А., Будилин Ю.С., Ланцев И.П.** Типоморфные особенности золота россыпей Северного Урала // Геология и разведка, 1977, № 5, с. 72—79.
42. **Негруца В.З.** Некоторые закономерности распределения и морфологические типы золота в докембрийских метатерригенных породах восточной части Балтийского щита // Докл. АН СССР, 1973, т. 211, № 1, с. 197—200.
43. **Сурков А.В.** Атлас морфологии самородного золота, Ч. 1. М., Издательско-полиграфическая фирма „Студия“, 2000, 60 с.
44. **Наумов В.А., Голдырев В.В.** Морфология золота из современного аллювия Верхнекамской впадины // Минералогия Урала, Т. 11. (Материалы 3-го регионального совещания). Миасс, 1998, с. 38—40.
45. **Воскресенский К.И.** Типоморфные особенности россыпного золота и платиноидов Верхнекамской впадины // Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже

- тысячелетий (XII международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания). М., 2000, с. 82—83.
46. **Лукьяненко Н.П., Колпаков В.В.** Открытие россыпного золота в Белоруссии // Золото России, 1995, № 1—4, с. 35—40.
 47. **Кальниченко С.С., Иванов Н.М., Каримова Н.А. и др.** Основные типы золотосодержащих месторождений осадочного чехла центральной части Восточно-Европейской платформы // Руды и металлы, 1995, № 6, с. 5—15.
 48. **Vuorelainen Y., Tornroos R.** Man-made Pt-PtAs₂ spherules after sperrylite from alluvial deposits in Finnish Lapland // Canad. Miner., 1986, v. 24, p. 523—528.
 49. **Machairas G.** Contribution a l'etude mineralogique metallogenique de l'or // Bull. BRGM, 1970, Sec 11, № 3, 72 p.
 50. **Klominsky J., Jiranek J., Malec J. et al.** Gold in the continental Permo-Carboniferous of the Bohemian Massif // Sb. geol. ved. Geol., 1983, v. 25, p. 111—186.
 51. **Tourtlet N.A.** Gold content of native sulfur from Cyprus // U.S. Geol. Surv. Circ., 1969, v. 622, 5 p.
 52. **Giusti L.** The morphology, mineralogy and behaviour of „fine-grained“ gold from placer deposits of Alberta: Sampling and implications for mineral exploration // Canad. J. Earth Sci., 1986, v. 23, p. 1662—1672.
 53. **Богданович К.И.** Золото. Пг., Комис. по изучению естеств. произв. сил России, 1919, т. 4, вып. 10, 68 с.
 54. **DiLabio R.N.W., Newsome J.W., McIvor D.F., Lomenstein P.L.** The spherical form of gold: Man-made or secondary? // Econ. Geol., 1988, v. 83, p. 153—162.
 55. **Сухорослов В.Л., Яблокова С.В.** Факторы формирования аллохтонных россыпей в юго-восточной Африке // XII международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания „Природные и техногенные россыпи и месторождения кор выветривания на рубеже тысячелетий“. М., 2000, с. 342—343.
 56. **Freyssinet Ph., Zeegers H., Tardy Y.** Morphology and geochemistry of gold grains in lateritic profiles of gold southern Mali // J. Geoch. Explor., 1988, v. 32, p. 17—31.
 57. **Dunn E.J.** Geology of gold. London, Charles Griffin, 1929, 303 p.
 58. **Lowenstein P.L.** Economic geology of the Morobe gold field, Papua New Guinea // New Guinea Geol. Surv., 1982, Mem. 9, 245 p.
 59. **Zhaoxia Qiu.** Gold spheroids from oxidation zone of Yinnan gold deposit in Ningxia, China // Kexue Tongbao, 1986, v. 32, № 8, p. 576.
 60. **Никифорова З.С.** Генезис месторождения Кангаба (Мали, Западная Африка) с точки зрения эолового россыпеобразования // Отечественная геология, 1998, № 6, с. 70—73.
 61. **Герасимов Б.Б., Филиппов В.Е., Никифорова З.С., Сыромятникова А.С.** О новой разновидности золота эолового типа // Зап. ВМО, 2002, № 6, с. 55—56.

*Рекомендована к печати 9 августа 2004 г.
Г.Н. Аношиным*

*Поступила в редакцию 14 июля 2003 г.,
после доработки — 1 июля 2004 г.*