

УДК 551

О ВОЗМОЖНОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭОЛОВЫХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА НА ТЕРРИТОРИИ ТУВЫ

© 2007 г. З. С. Никифорова, С. Г. Прудников*, В. И. Лебедев*,
Ч. К. Ойдуп *, Е. Г. Тулаева

*Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН
677980 Якутск, пр-т Ленина, 39;
E-mail: znikiforova@yandex.ru*

**Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН
667007 Кызыл, ул. Интернациональная, 117а*

Поступила в редакцию 01.08.2005 г.

Рассмотрена проблема влияния эоловых процессов на формирование россыпей золота на территории Тувы. Выявлено, что в образовании этих россыпей наряду с гидродинамическими принимали участие и эоловые процессы, которые отразились в формировании рельефа и в перераспределении металла, а также на преобразовании самого полезного компонента. При изучении типоморфных особенностей эолового золота и закономерностей его распределения установлено, что на территории Тувы возможно обнаружение нового типа россыпей золота – собственно эоловых россыпей и россыпей гетерогенного происхождения.

Проблема формирования эоловых россыпей золота впервые была поднята в работах В.Е. Филиппова, З.С. Никифоровой [Филиппов, Никифорова, 1988, 1998; Никифорова, Филиппов, 1990; Никифорова и др., 1991]. Аргументированные факты в пользу эолового россыпеобразования приведены в публикациях [Шило, 2000; Патык-Кара, 1995; Патык-Кара, Бардеева, 1997]. Н.А. Шило обосновал, что эоловый тип россыпей распространен значительно более широко, 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 [Никифорова, 1999а, б, 2003; Никифорова и др., 2005]. К тому же, эоловое золото представляет не только минералогический интерес, но и образует высокие промышленные концентрации, например месторождение Витватерсранд [Филиппов, 1997; Minter et al., 1993; Сафонов и др., 2000], на котором обнаружены золотинки с признаками эоловой обработки и псевдорудного облика, а также совместно находящиеся округлые зерна пирита и мелкая галька в виде ветрогранников.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭОЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ТУВЫ

Тува расположена в центре Азии, в бассейне верхнего течения Енисея и правых притоков

р. Тес-Хем (рис. 1). Находясь в центре Азиатского материка, Тува в своем природном облике отражает черты влияния соседних с ней территорий: с севера и северо-востока – таежной зоны Восточной Сибири, с юга и юго-востока – пустынно-степных районов Монголии, с запада – горно-таежного Алтая. Климат Тувы резко-континентальный, который обусловлен главным образом удаленностью от морей и океанов, чем определяется и характер воздушных течений над ней. Отгороженная с запада и севера хребтами высотой более 2000 м над уровнем моря, Тува попадает непосредственно в сферу преобладания западно-восточной циркуляции средних слоев тропосферы. Поэтому в течение всего теплого периода года здесь господствуют устойчивые западные и северо-западные ветры. В Туву воздушные массы приходят сильно обедненные влагой, которую они оставляют на наветренных склонах таких значительных горных барьеров, как Алтай и Западные Саяны. В связи с этим на территории Тувы широко развиты эоловые процессы, которые существенно повлияли на состав четвертичных отложений и формирование рельефа.

Для образования эоловых россыпей золота наиболее благоприятен аридный климат, поскольку в этих условиях эоловые процессы проявляются наиболее интенсивно. В зоне пустынь ветер играет существенную роль в накоплении и перераспределении золота. Аридная зона делится на дефляционную и аккумулятивную. В зависимости от силы ветра формируется зональность пустынь – образование каменистой, песчаной (барханной или дюнной) и лессовой зон. Зону дефляции составляют каменистые пустыни, кото-

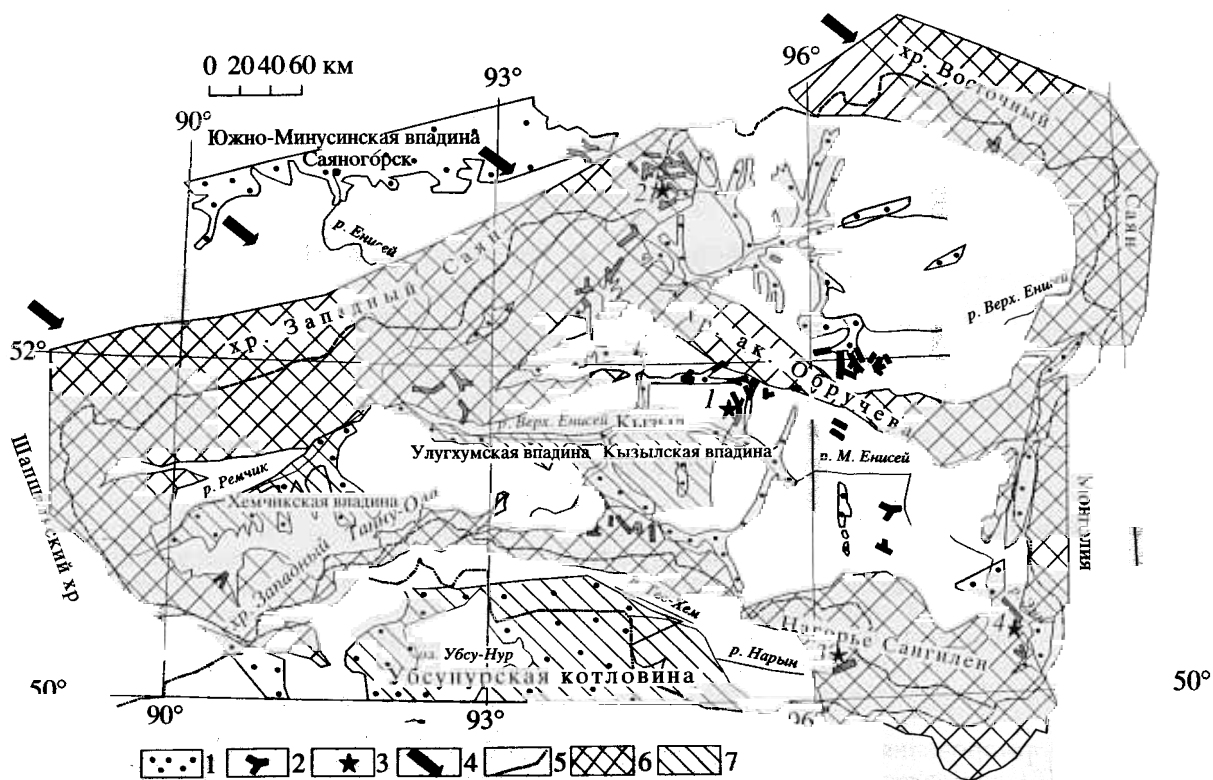


Рис. 1. Схема распространения эолового золота и эоловой деятельности на территории Тувы и Западного Саяна.

1 – впадины с аккумуляцией осадков; 2 – россыпи золота; 3 – места находок эолового золота: 1 – Бай-Сют, 2 – Черная, 3 – Нарын, 4 – Кудурга; 4 – преобладающее направление ветров; 5 – основные водоразделы; 6 – области дефляции в аридной зоне; 7 – области аккумуляции в аридной зоне.

рые наблюдаются на обширной территории Тувы, в основном, в пределах горных массивов Западного и Восточного Саян, Западного и Восточного Танну-Ола, хребта Академика Обручева, нагорья Сангилен. На данной территории выявлены элементы древнего неогенового рельефа с фрагментами палеодолин, поднятых активными неотектоническими движениями, со снесенным, возможно, перевеянным рыхлым материалом [Прудников, 2004]. Аккумулятивная зона представлена песчаными отложениями в виде дюн и барханов; она расположена в основном в Кызылской, Улуг-Хемской, Хемчикской и Убсу-Нурской впадинах. Лессовая зона находится за пределами зоны дефляции, поскольку тонкий материал размером 0.001–1 мм, поднимаемый песчаными бурями, переносится на более значительные расстояния, в результате чего лессовые отложения накопились в пределах всех крупных котловин Тувы. Формирование этих зон в целом зависит от скорости воздушных потоков. В процессе 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 концентрации полезного компонента и

формируют специфический по строению продуктивный горизонт. Механизм перемещения обломочного материала ветром во многом сходен с механизмом его переноса водными потоками. Выделяются те же две основные формы перемещения материала – во взвешенном состоянии, путем перекачивания и волочения. Помимо дифференциации материала по аэрокрупности, эоловый способ переноса обуславливает преобразование частиц полезного компонента, которые приобретают округлую форму, на них появляется шероховатая и тонко матированная поверхность [Патык-Кара и др., 1994; Рыжов и др., 1977]. При длительной переработке ветром на месте первичных убогих россыпных отложений (пролювиальных, прибрежно-морских, флювиогляциальных) за счет выноса легкого материала могут формироваться богатые эоловые россыпи, в которых содержание полезного компонента в десятки раз превышает первоначальное.

Эоловые процессы играли важную роль и в эпоху оледенения и отразились как на формировании ландшафта так и, несомненно, на характере россыпеобразования. Эоловые процессы широко проявляются не только в районах аридных и перигляциальных пустынь, но и аллювиальных равнин, речных дельт, зандровых полей леднико-

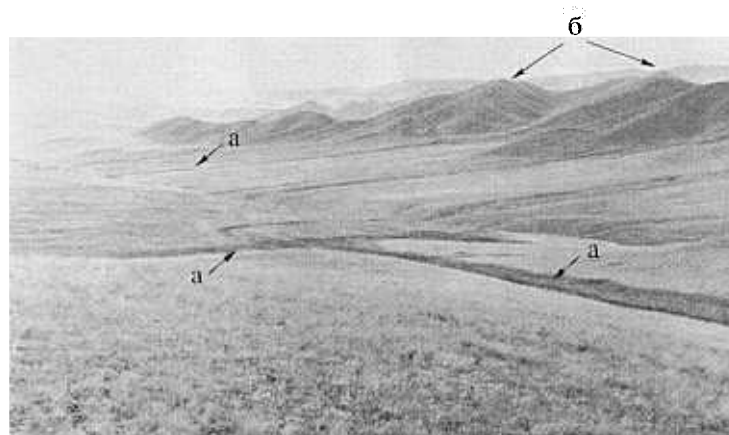


Рис. 2. Эоловые формы рельефа на территории Тувы
а – желоба выдувания; б – останцы.

вых комплексов, которые являются главной аренной транспортирующей и создающей деятельностью ветра, перемещающего и перерабатывающего ранее отложенные осадки. Широкое влияние эоловых процессов на формирование рельефа и литологический состав отложений обусловлено эпохами оледенений, которые охватили более чем 25% территории Тувы, где эоловые процессы интенсивно проявились в перигляциальных областях. В данном регионе достоверно установлено существование пяти эпох оледенений: четырех крупных горно-долинного и покровного типов – верхнеплейстоценового чибитского, второго среднеплейстоценового чуйского, первого среднеплейстоценового ештыккольского и нижнеплейстоценового катунского – и одного небольшого горно-долинного типа, самого древнего эоплейстоценового. Как установлено на примере наиболее сохранившегося верхнеплейстоценового чибитского оледенения, в ледниковой области накапливаются огромные массы рыхлого обломочного материала ледникового и флювиогляциального генезиса, формирующегося за счет эрозии как коренных пород, в том числе и золотоносных, так и аллювиальных доледниковых отложений, вмещающих россыпи. Судя по очень слабой сохранности всех доверхнеплейстоценовых ледниковых отложений, они были в значительной степени перемыты речными потоками в периоды межледниковий, (возможно перевесены), вошли в состав аллювия и послужили промежуточными коллекторами при формировании традиционных аллювиальных россыпей золота. Например, практически все богатые россыпи региона приурочены к хорошо промытому валунно-гравийно-галечниковому горизонту, сформировавшемуся в период куэктанарского межледниковья в первой половине верхнего плейстоцена. При-

чем во многих районах отмечается приуроченность россыпей к краевой зоне второго среднеплейстоценового чуйского оледенения. Степень “промытости” и сортировки отложений напрямую связана с их расположением непосредственно в области оледенения или за его пределами и удаленностью от края ледника.

Эоловые формы рельефа в виде останцов, котловин и желобов выдувания широко проявлены в современном ландшафте на территории Тувы (рис. 2). В отложениях таких форм отмечается золото с признаками эоловой обработки, ветрогранники, встречаются обломки пород с пустынным загаром, силикатными и кальцитовыми корочками. Дефляционно-скульптурные формы рельефа нередко сложены песчаными отложениями мощностью от первых сантиметров на возвышенностях до десятков метров в отрицательных формах рельефа. Иногда такие отложения покрыты чехлом лессовидных образований, мощность которых достигает сотни метров. В связи с этим в эоловых формах рельефа можно обнаружить специфические по строению эоловые россыпи золота с определенным литологическим составом продуктивного горизонта, в котором может быть выявлена высокая концентрация металла. При этом в продуктивных эоловых горизонтах, наряду с присутствием эолового золота, обнаружены и другие минералы с признаками эоловой обработки – циркон, ильменит и др. Для продуктивного эолового горизонта характерны также ветрогранники, сформированные при дефляции обломков коренных пород. За счет длительной обработки их песчано-воздушным потоком они имеют три грани и широко распространены на территории Тувы (рис. 3). Иногда ветрогранники образуются по гальке, ранее сформированной в гидродинамической среде, которая встречается в

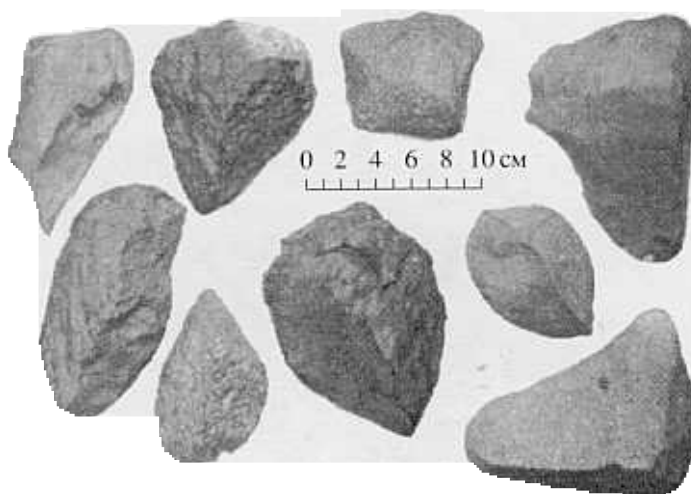


Рис. 3. Ветрогранники, сформированные по обломкам коренных пород.

бассейне рек Нарын, Черная и др. В случае пребывания ветрогранника в гидродинамической среде грани на его поверхности сглаживаются, например, на р. Тес-Хем. Следовательно, по механизму образования ветрогранников можно судить о генезисе отложений.

Таким образом, деятельность эоловых процессов широко отразилась на формировании рельефа и перераспределении металла, а также на преобразовании полезного компонента на территории Тувы. Возможно, эоловые процессы влияли на образование россыпей не только в четвертичное время, но и в древние эпохи развития Земли.

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭОЛОВОГО ЗОЛОТА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЕГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Золото с признаками эоловой обработки обнаружено в бассейне реки Бай-Сют и Кызылской впадине, южнее Каа-Хемского угольного разреза. Эоловое золото, представленное в основном чешуйчатыми, пластинчатыми и таблитчатыми золотины с валиком по периферии размером 0.5–1 мм, выявлено в отложениях четвертичного возраста в котловинах и желобах выдувания (рис. 4а, 4б, 4в). Частицы массивного золота с признаками эоловой обработки размером более 1 мм обнаружены в русловых отложениях на р. Черной в бассейне р. Систиг-Хем и р. Нарын в бассейне р. Тес-Хем. Золото имеет пластинчатые, дисковидные с валиком по периферии и комковидные формы со специфической пленочно-волокнутой поверхностью, характерной для эолового воздействия (см. рис. 4г, 4д, 4е, 4ж, 4з). Крупные зерна массивного золота размером более 1 мм с признаками эоловой обработки отно-

сятся к дефляционному типу [Никифорова, 1999б]. На некоторых объектах встречается также рудное золото с признаками эоловой обработки в виде инкрустированного золотом кварца (см. рис. 4и), которое приобрело такой вид в результате преобразования частиц в эоловых условиях [Герасимов и др., 2002]. Кроме этого в зонах аккумуляции на наветренной части дюн может концентрироваться очень мелкая фракция золота 0.1 мм с признаками эоловой обработки, не образующего промышленные концентрации.

При изучении закономерности распределения эолового золота на территории Тувы обнаружено, что оно чаще всего встречается там, где размываются базальные эоловые горизонты; к примеру, в русловых отложениях Бай-Сют, реках Нарын, Черная выявлены высокие концентрации металла. Чешуйчатые и пластинчатые золотины размером 0.1–0.25 мм имеют более обширный ореол рассеяния, чем золотины размером более 0.25 мм, поскольку последние не транспортируются на большие расстояния. Массивное эоловое золото не обладает ярко выраженными признаками эолового преобразования и зачастую классифицируется как аллювиальное золото. К примеру, обнаружение золота с необычными формами и ураганными содержаниями в русловых отложениях рек Нарын и Черная удивило геологов-поисковиков, но, тем не менее, россыпь была отработана, как типично аллювиальная. Подобные формы золота, как правило, встречаются совместно с тороидальным и шаровидно-пустотелым золотом. Обнаружение более крупного эолового золота свидетельствует о поступлении металла из основной части эоловой россыпи. При этом следует подчеркнуть, что эоловое золото в гидродинамических условиях не сохраняет свои морфологические особенности, а приобретает

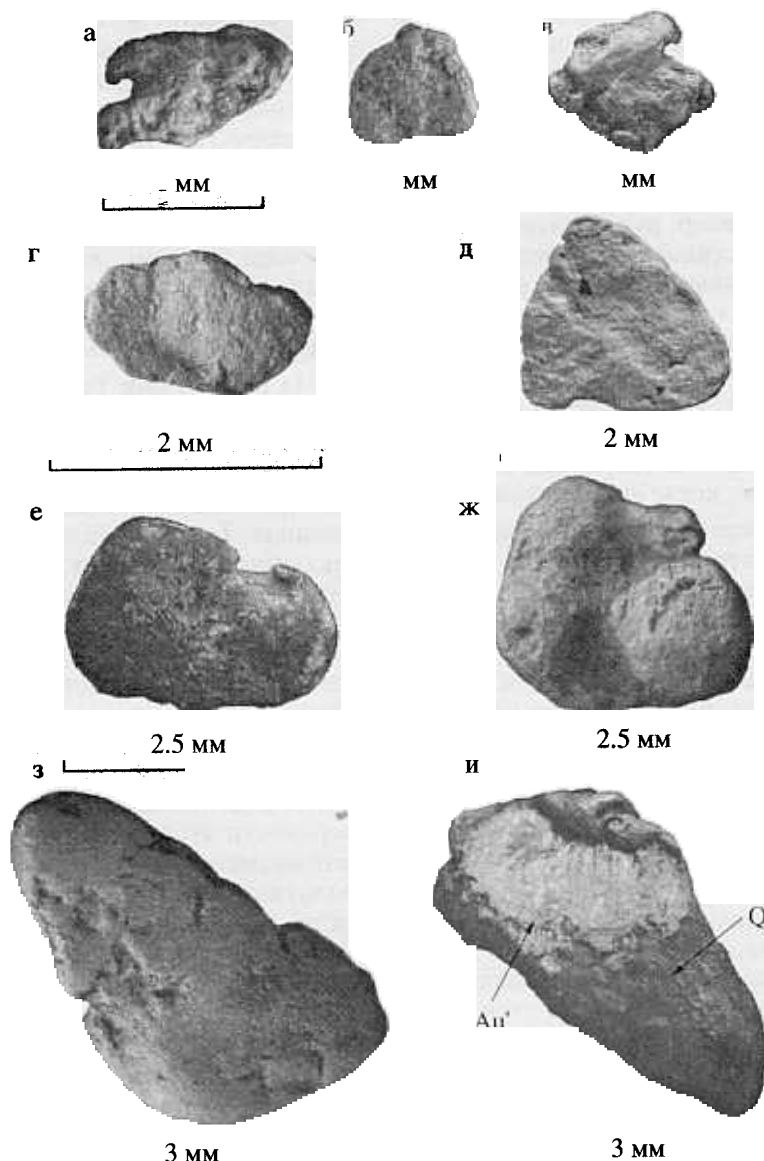


Рис. 4. Рассыпное золото с признаками эловой обработки на территории Тувы.

а, б, в – чешуйчатые, пластинчатые, таблитчатые золотины с валиком по периферии р. Бай-Сют; г, д – пластинчатые золотины с валиком по периферии р. Нарын; е – пластинка с валиком по периферии, ж – комковидная форма с признаками эловой обработки р. Черная; з – дисковидная, и – рудная золотина в сростании с кварцем (Q), Au – пленочки золота, облекающие кварц руч. Кудурга.

уплощенные формы – чешуйки, пластинки [Филиппов, 1991]. Поэтому обнаружение золотинок с признаками эловой обработки в русле реки однозначно свидетельствует о размыве продуктивного горизонта эловой россыпи золота.

ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ И ВОЗМОЖНЫЕ ТИПЫ ЭЛОВЫХ РОССЫПЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТУВЫ

Эловые россыпи золота на территории Тувы могут сформироваться как за счет непосред-

ственного разрушения коренного источника, так и за счет ранее образованных россыпей различного генезиса – пролювиальных, аллювиальных и др. В связи с этим на территории Тувы прогнозируется обнаружение собственно эловых россыпей и россыпей гетерогенного происхождения – элово-пролювиальных, элово-аллювиальных и др. Среди эловых россыпей золота следует выделять автохтонные и аллохтонные эловые россыпи золота.

Автохтонные дефляционные россыпи образуются при денудации коренных пород, являющих-

ся источником рудного вещества, или при дефляции ранее сформированной на нем золотоносной коры выветривания, а также при дефляции палеороссыпей, возникших в гидродинамической среде (пролювиально-эоловые, аллювиально-эоловые, прибрежно-пляжевые эоловые). В эоловых россыпях, образованных за счет дефляции коренных пород, например, руч. Кудурга, преобладают золотины массивно-дисковидной, пластинчатой или неправильной формы с округло-утолщенными концами отростков. Для таких россыпей характерен инкрустированный золотом кварц (см. рис. 4и). Автохтонная эоловая россыпь четвертичного возраста расположена в долине ручья Кудурга, левого притока р. Эми. Эта россыпь, вероятно, образована за счет дефляции коренных пород и развитой на них коры выветривания.

По нашему мнению, механизм образования эоловой россыпи золота представляется следующим образом. 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 его в зоне дефляции оно подвергалось механическому преобразованию, в результате чего на пластинчатых золотилах формировались тонкие валики по периферии, таблитчатые частицы преобразовались в дисковидные, дендритовидные – в комковидные с округлыми выступами. На золоте в сростках с кварцем наблюдается кварц, инкрустированный золотом (см. рис. 4и). Поскольку автохтонная эоловая россыпь образована за счет дефляции рудного источника, для нее кроме типично эоловых золотин характерно присутствие небольшого количества комковидного золота с пленочно-волокнистой поверхностью, дисковидных и пластинчатых форм с валиком по периферии и золотин 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. Этот горизонт выдержан по простиранию и осложнен веерами и сериями струй минералов тяжелой фракции.

На территории Тувы возможно также обнаружение автохтонных эоловых россыпей, сформированных при дефляции палеороссыпей неогено-

вого возраста, которые выявлены в бассейне рек Бай-Сют, Амыл, Систиг-Хем, Нарын и др. Продуктивный горизонт, как правило, сложен галечно-гравийным материалом с примесью глины. В составе галечно-гравийного материала присутствуют ветрогранники. Этот горизонт выдержан по простиранию, осложнен веерами, сериями струй минералов тяжелой фракции и обогащен эоловым золотом. Эоловое золото представлено в основном пластинчатыми частицами с валиком по периферии, небольшое количество составляют тороидальные и шаровидно-пустотелые формы.

На территории Тувы возможно также формирование аллохтонных эоловых россыпей, которые характеризуются хорошей дифференциацией по размерности полезного компонента и подразделяются на базальные (транзитные) и дюнные. Термин “базальный” указывает на приуроченность россыпи к поверхности эоловой денудации. Подобные россыпи могут быть обнаружены в котловинах и желобах выдувания в пределах Кызылской и, особенно, Тоджинской впадин северо-восточной части Тувы, являющейся областью зарождения всех крупных покровных оледенений региона. Накопление металла происходит в период дефляции за счет поступления его транзитом в котловины путем выдувания песка на поверхности пустыни. При этом песок с мелким золотом (менее 0.16 мм) выносится из котловин, а золотины размером 0.15–0.5 мм концентрируются на днищах котловин и в желобах выдувания. Золотоносные слои аллохтонной эоловой россыпи отличаются малой мощностью (от первых до десятков см) и наличием, как правило, в перекрывающих их толщах горизонтов, обогащенных минералами средней плотности, накапливающихся в условиях устойчивого ветрового режима. Мощность и степень обогащения золотом этих горизонтов зависит от длительности устойчивого ветрового режима. Форма золотин 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.

Аллохтонные дюнные россыпи золота могут быть обнаружены в зоне формирования дюн. Подобные россыпи не представляют промышленного интереса, поскольку частицы металла, перемещаемые совместно с перевеваемыми песками (дюнами) очень мелкие (менее 0.1 мм) и находятся в рассеянном состоянии. Дюнное золото представлено тонкими и мелкими чешуйками с тонким валиком по периферии и тороидами. Как правило, такие россыпи оторваны от коренного источника. Они возникают за счет многократного переотложения золотоносных толщ. Аллохтонные дюнные россыпи золота наблюдаются в пределах Кызылской впадины в 1 км южнее Каа-

Хемского угольного разреза. Расположены они обычно между зонами денудации и аккумуляции.

Вполне вероятно обнаружение на территории Тувы гетерогенных эоловых россыпей золота, которые сформировались под воздействием ветров, но в отличие от выше охарактеризованных, в перераспределении металла участвовали гидродинамические процессы в реках, или крупных озерах. В первом случае золото, принесенное ветрами, перемывалось в руслах рек, а во втором – на берегах озер. В результате, формируются ореолы с чертами распределения металла аллювиальных или прибрежно-пляжевых россыпей. В соответствии с этим они могут быть определены как эолово-аллювиальные или эолово-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 перемыва более древних золотоносных эоловых толщ формируются аллювиальные или прибрежно-пляжевые россыпи, происхождение которых обязано промежуточным коллекторам. Примером эоловой россыпи гетерогенного происхождения, по нашему мнению, может служить россыпное проявление озера Баян-Нур, расположенного среди крупного массива эоловых песков “Пески Борг Дэл” в пределах Убсу-Нурской котловины (на территории Монголии) на юго-западном фланге Агардагского офиолитового пояса. Это россыпное проявление эолово-прибрежного типа с чертами прибрежно-пляжевой россыпи. Также прогнозируется формирование эоловых россыпей северо-восточнее озера Баян-Нур на территории, как Монголии, так и Тувы в полосе вдоль всего золотоносного Агардагского массива.

Эолово-пролювиальные россыпи формируются в желобах выдувания как результат чередования эоловых процессов с деятельностью временных водотоков. Привнос металла обеспечивается ветром, а временные водные потоки обуславливают формирование его скоплений в виде узких струй – “шнурков” вдоль днища ложбин. Россыпи такого типа могут развиваться как на базальной поверхности денудации, так и при чередовании накопления и денудации песков с постепенным наращиванием суммарной мощности эоловых и пролювиальных образований. Таким путем могут формироваться обширные поля россыпей, расположенные на очень небольшом удалении друг от друга. Россыпи такого типа могут иметь субпараллельное протяжение, пересекаться как в плане, так и по вертикали. Продуктивные “шнурки” по литологическому составу отличаются от вмещающих песков скоплениями шаровидной эоловой гальки размером не крупнее 2–3 см. Когда пролювиальные процессы преобладают над эоловыми, возникают пролювиально-эоловые россыпи. В сезон обильного выпадения осадков в

условиях аридного климата может происходить интенсивный процесс формирования пролювиальных золотоносных отложений. Временные водные потоки образуют 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, образуются пачки переслаивания отложений, в которых пролювиальные накопления сменяются продуктивными золотосодержащими горизонтами, сформированными при участии эоловых процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате изучения влияния эоловых процессов на россыпеобразование на территории Тувы выявлено следующее.

1. Благоприятным климатом для образования эоловых россыпей золота является не только аридный, но и нивальный, поскольку в эпохи оледенения эоловые процессы также играют важную роль в формировании подобных россыпей.
2. Присутствие эолового золота в бассейне рек Бай-Сют, Черной, Нарын свидетельствует, что в перераспределении и концентрации металла при формировании золотоносных россыпей, наряду с гидродинамическими, принимали участие эоловые процессы.
3. Эоловое золото представлено частицами различной формы и размером. Кроме золота типично эолового облика, отмечается кварц, инкрустированный золотом.
4. Места находок эолового золота обычно приурочены к фрагментарно развитым поверхностям дефляционных палеопустынь, ореол которых может быть реконструирован по находкам ветрогранников.
5. Эоловые россыпи золота характеризуются специфическим строением продуктивного пласта, который представлен галечно-гравийным материалом с присутствием в нем ветрогранников и золотин с признаками эоловой обработки. Продуктивный горизонт плащеобразно перекрывает дефляционную поверхность, имеет малую мощность – первые десятки сантиметров.
7. На исследуемой территории могут быть обнаружены автохтонные и аллохтонные россыпи. Автохтонные россыпи золота формируются как за счет коренных источников, так и за счет дефляции ранее образованных россыпей.
8. Поисковыми критериями обнаружения эоловых россыпей золота является наличие золотин с признаками эоловой обработки, ветрогран-

ников, специфическое строение продуктивного пласта, а также присутствие дефляционных структур рельефа и характерный литологический состав отложений.

9. Поскольку золотины с эоловой обработкой образуют высокие концентрации металла, например в районе оз. Баян-Нур, сделан вывод о перспективности обнаружения эоловых россыпей золота различного возраста, в частности, на юге Тувы в Убсу-Нурской котловине.

Работа выполнена в рамках научной школы, грант № НШ-2082.2003.5. Гранты РФФИ № 05-05-97214, № 06-05-64118-а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 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.
- Никифорова З.С. Закономерности размещения эолового золота // Отечеств. геология. 1999а. № 4. С. 24–26.
- Никифорова З.С. Типоморфные особенности эолового золота // ЗВМО. 1999б. № 5. С. 79–83.
- Никифорова З.С. К проблеме формирования эоловых россыпей золота на Восточно-Европейской платформе // Литология и полез. ископаемые. 2003. № 6. С. 641–646.
- Никифорова З.С., Филиппов В.Е. Золото псевдорудного облика в древних конгломератах // Докл. АН СССР. 1990. Т. 311. № 2. С. 455–457.
- Никифорова З.С., Филиппов В.Е., Герасимов Б.Б. Влияние эоловых процессов на образование золотоносных россыпей в различные эпохи развития Земли // Геология и геофизика. 2005. № 5. С. 517–528.
- 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.
- Патык-Кара Н.Г., Гореликова Н.В., Мохов А.В. Циркон ископаемых россыпей как индикатор эоловых процессов // ДАН. 1994. Т. 335. № 5. С. 613–615.
- Патык-Кара Н.Г. Россыпеобразование в аридных обстановках // Литология и полез. ископаемые. 1995. № 2. С. 138–150.
- 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.
- Прудников С.Г. Закономерности размещения россыпей золота в морфоструктурах Тувы и Западного Саяна / Автореф. дис.... канд-та геол.-мин. наук. Кызыл: ТУВИКОПР СО РАН, 2004. 20 с.
- 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.
- 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.: (РИЦ) ВИМС, 2000. С. 325–328.
- Филиппов В.Е. Моделирование условий формирования аллювиальных россыпей золота. Якутск: Препринт, Якутский институт геол. наук СО АН СССР, 1991. 44 с.
- Филиппов В.Е. Роль эоловых процессов в формировании металлоносных конгломератов и сопутствующих им отложений в бассейнах типа Витватерсранд // Отечеств. геология. 1997. № 8. С. 40–42.
- Филиппов В.Е., Никифорова З.С. Преобразование частиц самородного золота в процессе эолового воздействия // Докл. АН СССР. 1988. Т. 299. № 5. С. 1229–1232.
- Филиппов В.Е., Никифорова З.С. Формирование россыпей золота под воздействием эоловых процессов. Новосибирск: Наука, 1998. 160 с.
- Шило Н.А. Учение о россыпях. М.: Академия горных наук, 2000. 632 с.
- Minter W.E.L., Geodhart 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.