

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЗОЛОТА В ТЕХНОГЕННЫХ НАМЫВНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

Наумов В.А.¹, Илалтдинов И.Я.¹, Наумова О.Б.¹, Кольцов В.А.²

¹Естественно-научный институт Пермского государственного национального исследовательского университета (614990, г. Пермь, ул. Генкеля, 4); naumov@psu.ru

²Производственная артель старателей «Южно-Заозерский прииск»

При разработке россыпей золота гидравлическим способом формируются техногенные отвалы, в которых песчано-гравийно-глинистые отложения распределяются закономерно и формируют конус намыва отвалов. Исследования проведены на Чернореченской россыпи Южного Урала. Установлены три типа концентраций осадков: массивный, линзовидный поперечных струй, линзовидный продольных струй, а также тип рассеяния осадков – равномерный. При добыче золота гравитационными способами металл извлекается не полностью. Потерянное при промывке золото концентрируется в намывных техногенных отвалах. Установлено, что максимальные направления изменчивости содержания золота (тяжелой фракции) расположены по радиусу от зона боя потока гидравлического прибора. Опробование зоны концентрации металла позволит выявить экономически выгодные участки для повторной разработки и извлечения золота. Осадки зоны рассеяния могут быть использованы для создания фильтровальных плотин.

Ключевые слова: техногенные аллювиальные отложения, россыпи золота.

THE ASSESSMENT OF THE CONTENTS OF GOLD IN ALLUVIAL TECHNOGENIC DEPOSITS

Naumov V.A., Ilaltdinov I.Ya., Naumova O.B., Koltsov V.A.

¹Institute of Natural Sciences of the Perm State University, National Research

²Production arteel «South Zaozersky mine»

Man-triggered deposits formed during the development of placer gold hydraulically. Sand-and-gravel-clay deposits are distributed regularly and form a cone reclamation of dumps. Studies conducted on Chernorechenskaya placer of Southern Urals. Three types of precipitation concentrations in man-made piles are installed: a massive, lenticular cross streams, lenticular longitudinal jets. Type of scattering sediment is uniform. Gold placers in the development of gravitational ways not fully recovered. Gold lost during washing, concentrated in alluvial technogenic deposits. The direction of maximum variability in the concentrations of gold (heavy fraction) are arranged radially from the battle zone flow hydraulic unit. Testing of the concentration zone of gold reveal cost-effective sites for redevelopment and recovery of gold. Rainfall zone of scattering can be used to create a filter dams.

Keyword: Man-made alluvial deposits, deposits of gold.

Введение. Развитие горного производства исторически сопряжено с созданием техногенных отвалов – продуктов горного передела. Технологии разработки месторождений не обеспечивали полного извлечения полезных продуктов. Лишь незначительная часть полезной составляющей минеральных ресурсов была извлечена. Большая их часть оставалась в недрах, не менее значительная часть полезных компонентов поступала в отвалы. Даже после открытия первых россыпей золота на Урале в 19 веке первоочередными объектами были «хвосты» переработки первичных россыпей. Таким образом, при разработке месторождений в недрах и хвостохранилищах человечество сохраняло часть полезных продуктов основного производства. В процессе образования отвалов велось неосознанное формирование техногенных месторождений. Техногенные россыпи золота [8] имеют мощность до 10 м, содержат мелкий металл: 30–40% фракции 0,25–0,1 мм и 40–50%

фракции менее 0,1 мм. Техногенные россыпи, возникшие при разработке россыпных месторождений, Н.А. Шило [8] разделял на целиковые (внутриконтурные, бортовые целики и недоработанные площади) и отвальные, среди которых выделены гравийно-галечные отложения непромышленного пласта и галечно-эфельные технологические отходы.

С песчано-гравийными техногенными аллювиальными месторождениями связаны значительные резервы золота [6]. Технические средства разработки месторождений, в зависимости от местных особенностей геологических условий и принятых технологических средств, в практике россыпной золотодобычи в России и за рубежом принципиально одинаковы. Имеются лишь некоторые технологические отличия, связанные со спецификой геологии, опытом и традициями разработки. Широкое применение получили промывочные комплексы гидравлической промывки. Разработка россыпей золота гидравлическими комплексами приводит к образованию техногенных отвалов.

Закономерности распределения осадков в техногенных отвалах по крупности определяют законы механической дифференциации осадков. Поступление отсева песчано-гравийно-глинистых фракций на карту намыва обуславливает закономерный характер распределения осадков в виде конуса намыва отвалов. Повышенная мощность осадков в головной части (зоне боя потока) постепенно уменьшается к периферии зоны намыва. При точечном источнике поступления материала образуются разные литодинамические зоны накопления осадков [4], которые отличаются механизмами накопления [7]. Закономерности изменения динамики водного потока прослежены по характеру распределения минералов тяжелой фракции на одном из участков формирования намывной фации Чернореченской россыпи Южного Урала (рис. 1). В зависимости от механизма концентрации или рассеяния тяжелых минералов (черные пески) разной гидравлической крупности при изменении динамики водного потока выделены разные типы распределений техногенных осадков.

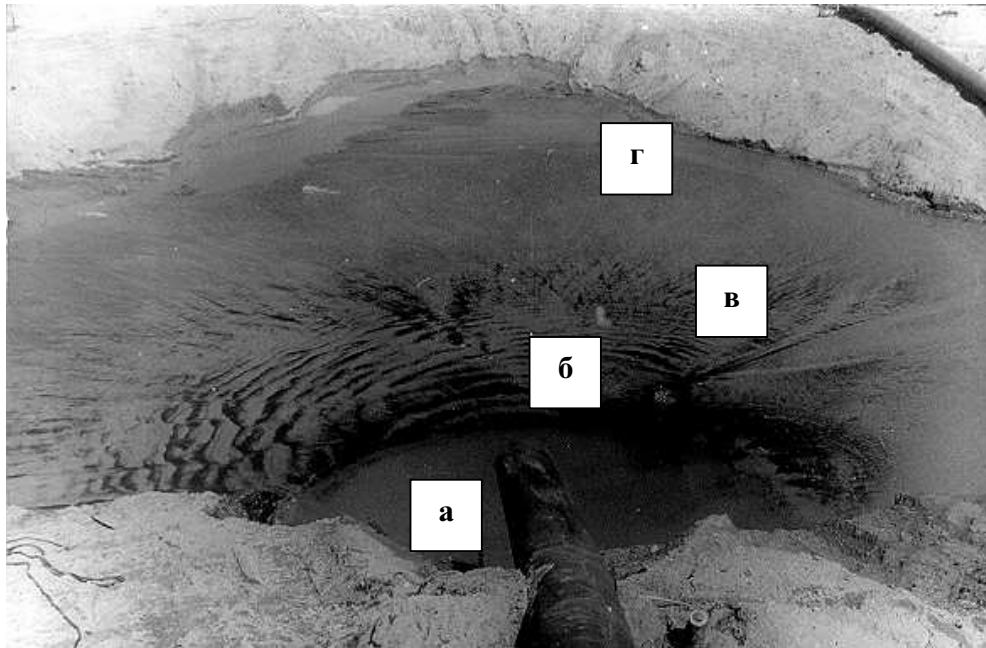


Рис. 1. Зональный характер и типы распределения минералов тяжелой и легкой фракции в намывной фации отвалов Чернореченской россыпи. На переднем плане – труба гидравлического прибора. Типы концентраций отложений: а – массивный, б – линзовидный поперечных струй, в – линзовидный продольных струй, г – равномерный

Первая (вершинная) зона осадконакопления образуется в гидродинамической зоне боя потока, отличающегося максимальной бурностью. Крупные валуны и гальки слагают на месте падения грубообломочный каркас, в который поступает разноразмерный заполнитель. Частицы заполнителя взвешиваются, и происходит сепарация обломков по гидравлической крупности, в результате которой песчаные и гравийные обломки выносятся за пределы зоны. Высокая бурность способствует увеличению пористости валунно-галечного каркаса, что ведет к просадке тяжелых минералов и золота. По мере смещения к фронтальной части зоны уменьшается пористость грубообломочных осадков, возрастает упаковка обломков. Подвижный песчаный заполнитель замещается более инертным – гравийным. Содержание песка (фракция менее 2 мм) при переходе во вторую зону уменьшается с 50 до 25%.

Вторая зона формируется вблизи вершинной и является ее продолжением. Здесь бурный поток распадается на множество струй. Валунно-галечные обломки переотлагаются под воздействием струй, т.е. подвергаются струйчатому перемыву. Перекачиванием они перемещаются в горизонтальном направлении и в меньшей степени проседают сверху вниз. Мелкозернистые и гравийные частицы вымываются потоком из «берегов» микрорусел и выносятся за пределы второй зоны. Гравийные обломки в основном перекачиваются по микроруслам и смещаются вниз по течению. Валунно-галечные и гравийные обломки при

снижении транспортирующей способности потока скапливаются в микрорусле и тормозят движение потока. Поток смещается в сторону, вырабатывает новое микрорусло и обуславливает дальнейшую гранулометрическую дифференциацию обломков. Скорости потоков (струй) постепенно снижаются. Содержание частиц фракции менее 2 мм к периферии зоны возрастает с 25 до 40–45%.

Третья зона является зоной переходного режима потоков от бурного к спокойному. Формирование осадков происходит за счет переотложения мелкогравийных обломков и выноса более мелких частиц за пределы зоны. Наиболее крупнообломочные (галечные) частицы подвергаются струйчатому перемыву. Их перемещение в вертикальном и горизонтальном направлении невелико и происходит вследствие переформирования микрорусел. Песчаные, алевритовые и пелитовые частицы активно выносятся. В осадках отмечен дефицит мелких частиц. Содержание песка (частиц менее 2 мм) снижается с 45 до 25%.

Четвертая и пятая зоны разделены границей, слабо выраженной в рельефе. В четвертой зоне происходит интенсивное осадконакопление за счет влекомых частиц, поэтому профиль рельефа здесь выпуклый. В пятой зоне профиль рельефа вогнутый. Он образован в результате осаждения взвешенных частиц и постепенного выполаживания поверхности отложений в водоеме конечного стока. Потоки в четвертой зоне спокойные, их транспортирующая способность низкая. Глубина водных струй минимальная, ширина значительная. Гранулометрический состав отложений четвертой зоны характеризуется постоянным уменьшением средней крупности частиц по мере удаления от вершинной части зоны. Гравийные обломки встречены лишь в верхней части этой зоны. По удалению к пятой зоне возрастает доля минералов алевритовой и пелитовой размерности. Содержание частиц размером менее 2 мм в четвертой зоне возрастает до 100%. В пятой зоне частицы крупностью 2 мм не обнаружены.

Высокое содержание минералов тяжелой фракции в отвальных песках позволило проследить основные закономерности распределения их концентраций. В зависимости от механизма концентрации при изменении динамики водного потока установлены разные особенности распределения минералов тяжелой фракции (черные). Установлено три типа **концентраций**: а – массивный, б – линзовидный поперечных струй, в – линзовидный продольных струй, а также один тип **рассеяния**: г – равномерный (рис. 1). Каждому типу концентрации и рассеяния соответствует определенное соотношение гидравлической крупности минералов тяжелой фракции и динамики потока, механизм концентрации и рассеяния минералов тяжелой фракции. Накопление осадков происходит в условиях соответствия параметров динамики водного потока и гидравлической крупности осадка.

При добыче золота гравитационными способами металл извлекается не полностью. Потерянное при промывке золото концентрируется в намывных техногенных отвалах. Распределение золота в намывных осадках подчинено законам механической дифференциации. В техногенных отвалах выделяются зона концентрации и зона рассеяния золота. При точечном источнике поступления материала в гидроотвал происходит достаточно равномерное распределение разных зон концентрации относительно участка поступления (зоны боя потока) по всем направлениям формирования намывного отвала. Такое свойство в характере распределения зон концентрации и рассеяния золота было выявлено при анализе золотоносности нескольких экспериментальных участков намывных отвалов россыпей Урала, Сибири, Канады [3]. Установлено, что направлениями максимальной изменчивости параметров концентрации и рассеяния золота в намывном теле отвала являются радиусы от зоны боя потока.

Количественная оценка потерь и определение запасов золота в намывных осадках требуются для обоснования направлений использования отвалов (в качестве сырья для строительных целей, вторичного извлечения золота или иных целей). Параметры разведочной сети опробования таких образований не разработаны. Оценку таких объектов обычно ведут в соответствии с требованиями к разведке россыпей. Однако результат опробования намывных отвалов по прямоугольной (квадратной) разведочной сети, принятой для россыпей, принципиально не верен, поскольку не отвечает направлению изменчивости измеряемого параметра содержания золота.

Нашими исследованиями выявлено, что максимальные направления изменчивости содержания золота (тяжелой фракции) расположены по радиусу от зона боя потока. Экспериментами установлено, что содержания золота, полученные по разным направлениям радиусов, близки между собой [4]. Таким образом, достоверный результат изменения содержания золота может быть получен именно в этих направлениях, изучение золотоносности намывных отвалов следует вести по радиусам. Если данные разных направлений имеют близкие значения, то определение содержания золота в намывных образованиях можно вести по одному из таких «представительных» радиусов.

Установленные закономерности механической дифференциации осадков при техногенезе (технической деятельности человека), проявляющиеся в изменении динамики водного потока, литодинамической зональности при распределении крупности осадков, содержания и гранулярного состава золота по телу намывной фракции проявляются на всех других изученных нами объектах. Специфика проявления этих закономерностей в каждом конкретном случае определяется геологическими условиями (природными характеристиками

состава золотоносного аллювия), принятой технологией разработки и особенностями формирования отвалов.

Схема отбора проб в рамках линии максимальной изменчивости содержания золота (радиуса) должна давать представления о всех зонах концентрации и рассеяния металла в техногенной россыпи. Достоверное определение массы золота в намывном техногенном отвале получается при знании объема горной массы в отвале и содержании золота. Зона концентрации золота благоприятна для повторного извлечения золота, осадки зоны рассеяния следует использовать для других целей.

Самым надежным способом определения содержания золота в теле намывного отвала могла бы быть одна представительная проба, отобранная как борозда по профилю (радиусу) через все тело отвала от зоны боя потока до прудковой зоны накопления глинистых осадков. Однако технически это неосуществимо, так как при продвижении к прудковой зоне намывной отвал неустойчив и обладает текучими свойствами.

Точечное опробование осадков позволит определить объемы горной массы с разным содержанием золота, выделить зоны концентрации и рассеяния металла, установить экономически выгодные участки для повторной разработки и извлечения золота [2; 5]. Следует отбирать как минимум по одной представительной пробе из каждой выявленной зоны. Для трех зон концентрации должно быть определено содержание по каждой из этих зон и определена «зона влияния» каждой пробы по отношению к общей концентрации золота в отвале. Теоретически рассчитано, что с глубиной положение зон концентрации и рассеяния сохраняется в соответствии с общими тенденциями распределения концентраций золота. При этом каждая проба отвечает определенному сектору накопления металла. Расчет массы золота в каждом секторе опробования следует вести по известным формулам расчета объема материала в секторе опробования к среднему содержанию золота в секторе. Суммирование данных массы золота по секторам покажет общие потери золота при обогащении и поступлении его в конус намыва.

Осадки зоны рассеяния могут быть использованы в технологическом процессе для создания фильтровальных плотин и площадей [1]. Создание из промытых осадков фильтровальных площадей позволит уменьшить количество взвешенных частиц в воде и снизит экологический ущерб от разработки месторождения. Использование таких фильтровальных плотин обеспечит нормальную концентрацию взвешенных веществ в реке, создаст условия для развития кормовой базы для рыб в виде зоопланктона и бентоса, водной растительности, сохранит мест нереста и естественной ихтиофауны, отдыха и кормления водных и околоводных видов птиц. Река сохранит свои рекреационные возможности и туристский потенциал ниже полигона разработки россыпи. В системе очистки не

используются азональные химические вещества и реагенты. Вода как ресурс сохраняет свои органолептические свойства и химический состав. Результаты внедрения научной работы в ЗАО «Уралалмаз» показали высокую эффективность применения системы очистки поверхностных вод от взвешенных веществ.

Техногенные россыпи золота и платиноидов Урала рассматриваются нами как объекты, сформированные человеком при неосознанном управлении концентрированием золота и платиноидов. В техногенных россыпях золото подвергается механической дифференциации, на него влияют физико-химические и биологические процессы. Формируются и преобразуются концентрации новообразованных агрегатов золота [2]. Все это служит практическими предпосылками для управления процессами распределения свободного золота в техногенных условиях.

Таким образом, рассмотренные процессы формирования повышенных концентраций на примере техногенных россыпей золота служат методологической базой для обоснования принципиальной возможности управления концентрациями и направленного формирования месторождений. Разработка рассматриваемой концепции применительно к другим типам объектов и месторождений позволит расширить перспективы и сферы развития геологической науки.

Работа выполнена при финансовой поддержке и в рамках государственного контракта 14.515.11.0061 ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Список литературы

1. Караваева Т.И., Наумова О.Б., Тихонов В.П., Лунев Б.С. Использование аллювиально-техногенных отложений для очистки вод от взвешенных веществ при разработке россыпей бассейна р. Вишеры // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2012. – № 8. – С. 80–83.
2. Наумов В.А. Концепция управления формированием месторождений на примере техногенных россыпей золота // Естественные и технические науки. – 2010. – № 2. – С. 262–265.
3. Наумов В.А. Минерагения, техногенез и перспективы комплексного освоения золотоносного аллювия : автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. – Пермь, 2010. – 42 с.
4. Наумов В.А. Процессы формирования и распределения концентраций благородных металлов в техногенных россыпях и отвалах Урала // Горный журнал. Уральское горное обозрение. – 1994. – № 8. – С. 39–50.

5. Наумов В.А., Наумова О.Б. О направленном формировании месторождений на примере техногенных россыпей золота // Известия Тульского государственного университета. Сер. Естественные науки. – 2010. – № 1. – С. 283–288.
6. Наумов В.А., Лунев Б.С., Наумова О.Б. Геологические объекты с мелким и тонким золотом – важные источники минерального сырья // Естественные и технические науки. – 2010. – № 1. – С. 174–177.
7. Осовецкий Б.М. Тяжелая фракция аллювия. – Иркутск : Изд-во Иркутского ун-та, 1986. – 259 с.
8. Патык-Кара Н.Г. и др. Россыпные месторождения России и других стран СНГ. – М. : Научный мир, 1997. – 480 с.

Рецензенты:

Осовецкий Б.М., д.г.-м.н., профессор кафедры минералогии и петрографии ПГНИУ, зав. лабораторией минералогии и петрографии Естественно-научного института Пермского государственного национального исследовательского университета (ЕНИ ПГНИУ), г. Пермь.

Лунев Б.С., д.г.-м.н., профессор кафедры поисков и разведки полезных ископаемых Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.