

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ,  
МЕТОДИКА ИХ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ

УДК 553.41

*В.Е. БОЙЦОВ, А.В. СУРКОВ, А.А. АХАПКИН*

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА  
ИЗ ОТВАЛОВ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ РОССЫПЕЙ

Проанализированы причины потерь золота при разведке и разработке россыпных месторождений, которые приводят к занижению запасов россыпи, некорректному определению технологических свойств россыпного золота, вызывающему его потери при обработке месторождений. Предложена новая методика обработки проб, позволяющая получить достоверные данные о содержании золота в пробах, морфологии золотин.

Россыпные месторождения золота, дававшие в прежние годы до 85% добычи всего металла в стране, истощились. Упали содержания и соответственно резко уменьшились запасы за счет отработки большей части из 5000 известных в России россыпей [1]. По данным [7], из начального потенциала золотоносных россыпей Российской Федерации накопленная добыча золота составляет 67,5%, а запасы и прогнозные ресурсы — 32,5%. Одна из причин относительно скромной оценки потенциала россыпного золота — потери тонкого золота при лотковом опробовании и извлечении методами гравитационного обогащения. Это обусловлено отсутствием данных по соотношению самородного шлихового золота с другими минералами в шлихах и концентратах, недоизученностью глинистых агрегатов, которые зачастую содержат золото и способствуют его выносу в отвалы обогащения, недостаточно обоснованы применяемые для обработки проб методы, не полностью изучен характер движения частиц шлихового золота на лабораторных (и промышленных) установках.

Следствие — пропуск (невыявление) при поисках россыпей перспективных объектов и уменьшение в плане и разрезе контуров россыпей при разведке (неоправданное занижение запасов). А заниженное определение содержания шлихового золота при поисках и разведке приводит к разрыву контура единой россыпи на несколько мелких (из-за наличия «невесомых знаков») и к неверной оценке извлечения металла при добыче [5].

Таким образом, следует обратить внимание на такой тип месторождений, как техногенные (технологические отвалы обогащения руд). Вопросы, связанные с освоением запасов золота отвального комплекса России, обсуждаются уже не одно десятилетие.

При освоении россыпных месторождений золота с использованием современной, основанной на принципах гравитации (драги, промприборы и пр.) техники происходят существенные потери металла, который оказывается в отвальном комплексе пород (гале-эфельные отвалы). Этот факт широко известен, и даже в проектной документации на отработку некоторых россыпей заложены официальные потери, которые зависят от многих факторов и в различных регионах составляют от нескольких процентов до нескольких десятков процентов. Еще в 1942 г. В.А. Обручев впервые поставил вопрос о крупных потерях золота при добыче [3]. Однако исследователи расходятся в оценке степени таких потерь. Например, по мнению В.М. Константинова и Г.А. Пельмского, такие потери могут достигать 80 % [3].

Для оценки уровня потерь и определения содержания золота в отвалах авторами предлагается применить методику, позволяющую объективно оценить потери полезного компонента (в данном случае золота), которая разработана в МГГРУ и адаптирована для применения не только в лабораторных, но и в полевых условиях. Данная методика прошла многократную апробацию на россыпях золота Забайкалья, Якутии, Приморья, Монголии и Африки, и результаты ее применения показали, что она может широко применяться не только при опробовании пород на золото, но и на целый ряд ценных россыпных минералов, включая алмазы.

Суть этой методики заключается в тщательной обработке проб, которая фрагментарно напоминает обработку шлиховых проб, предложенную М.К. Житковой [6]. В современном виде она состоит из нескольких основных этапов (рис. 1). В качестве примера показан алгоритм обработки

проб, отобранных из отвалов гравитационного обогащения одной из россыпей Республики Саха (Якутия).

**Этап 1.** Для эксперимента взята проба из отвалов гравитационного обогащения, объем которой измерялся с точностью до 50 мл. Проба подвергалась «мокрой» расситовке на сите с размером ячейки 2,0 мм. Эта операция не только значительно сокращает объем материала, взятого для эксперимента, но также позволяет дезинтегрировать (растереть руками) глинистые комки, которые могут содержать частицы свободного золота. Фракция +2,0 (гравийная) просматривалась на наличие крупных частиц золота.

**Этап 2.** Фракция -2,0 отмучивалась от глинистых, алевритовых и пелитовых частиц с декантацией (отстаиванием) во времени. Слив взвеси про-

водился через 60 с. после отстаивания с уменьшением времени каждого последующего отстаивания на 5 с. Это необходимо для того, чтобы тонкие частицы золота не потерялись.

**Этап 3.** На дальнейшую обработку проба поступает классифицированной и в основном обесшламленной. Полученный материал предварительно обогащается. Обогащение производится вручную с использованием пластиковых емкостей объемом 500 мл в неподвижной воде. Процесс основан на принципе гравитации — осаждении тяжелых частиц в воде. Главная особенность метода в том, что при ручном обогащении, в отличие от промышленного, есть возможность более качественно отслеживать материал, который в виде концентрата остается в емкости и попадает в хвосты обогащения. В результате этой операции образуются два продукта: хвосты первичного обогащения (легкая фракция); «серый» концентрат (тяжелая фракция)

**Этап 4.** В нашем случае высушенный концентрат перед магнитной сепарацией расситовывался на ситах с размером ячейки 1,0 и 0,5 мм. Дело в том, что фракция -2,0+1,0 содержит более 95% рудных минералов. Позднее эта фракция присоединялась к специально формируемой рудной части концентрата.

Полученная после расситовки фракция -1,0 разделялась при помощи многополюсного магнита Сочнева на четыре фракции: 1) магнитная (магнетит, гематит, ильменит, пирротин, пироксены); 2) электромагнитная I (гематит, лимонит, ильменит, шпинель, гранат, монацит); 3) электромагнитная II (ксенотим, пироксены, гранат, амфиболы, ильменит, эпидот, калиевый полевой шпат, гематит, циркон, ожелезненный кварц); 4) немагнитная (кварц, рутил, циркон, апатит, ставролит, лейкоксен, калиевый полевой шпат, касситерит, топаз, золото)

Первые три фракции — рудная часть концентрата. К ним же присоединяется и фракция -2,0 +1,0. После тщательного перемешивания всех компонентов рудной части концентрата, из нее отбирается стандартная навеска массой 50 г. для пробирного анализа с целью определения содержания связанного золота.

**Этап 5.** После всех операций остается тяжелая немагнитная фракция. Если объем материала, взятого для эксперимента, 8—10 л., то объем тяжелой немагнитной фракции ≈ 60—80 мл. Если объем пробы 12—28 л., то объем тяжелой немагнитной фракции может дости-

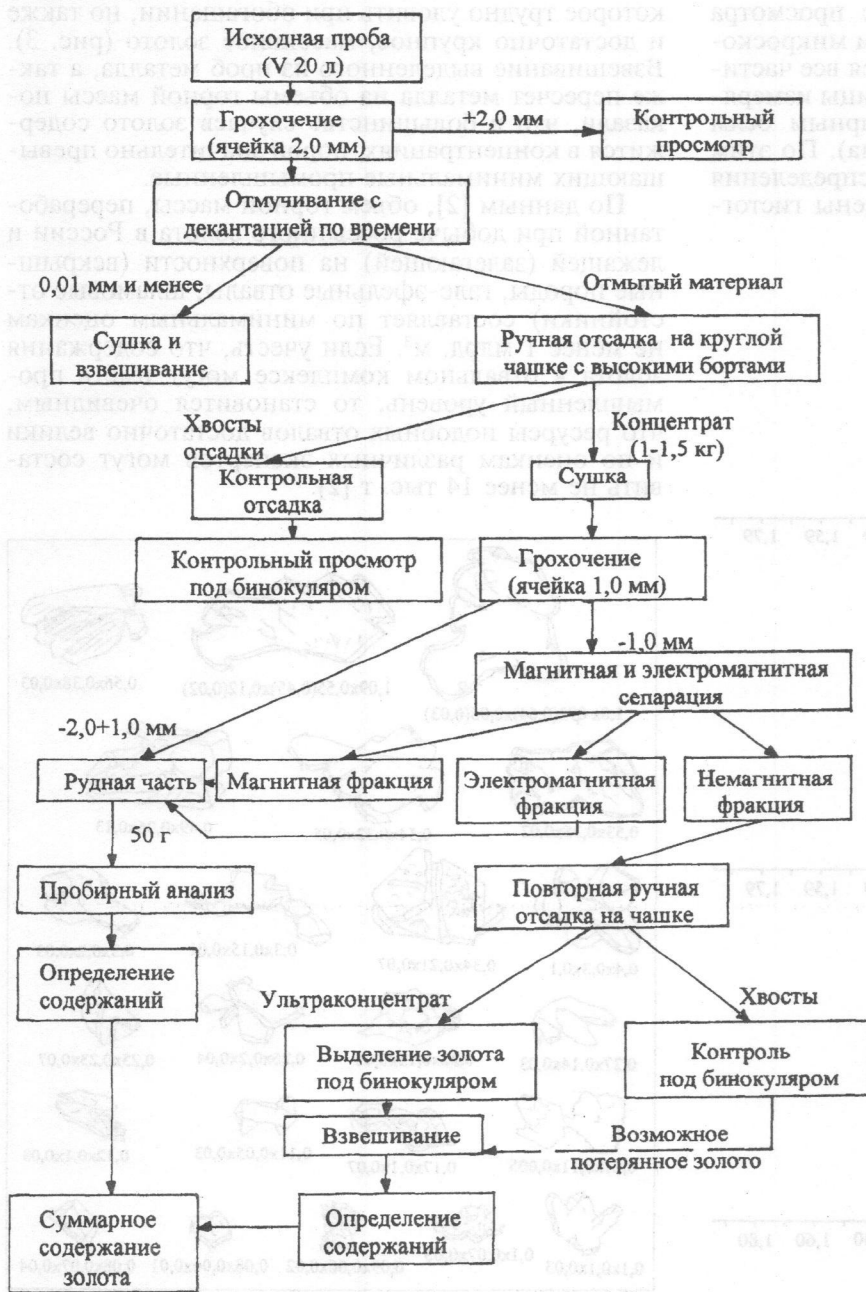


Рис. 1. Схема обработки проб



гать 250 мл. Для просмотра под бинокулярным микроскопом с целью выделения частиц свободного золота это достаточно большой объем, поэтому для его сокращения проводится повторная ручная отсадка. Для этой цели используются емкости меньшего объема — фарфоровые химические чашки с пологими стенками (250 мл). В ходе отсадки в хвосты уходит более половины тяжелой немагнитной фракции.

Полученный ультраконцентрат просматривается под бинокулярным микроскопом МБС-10 с целью выделения частиц свободного золота. Следует отметить, что на всех этапах обработки материала полученные хвосты проходят контрольную отсадку и просматриваются на наличие золота.

Один из завершающих этапов обработки пробы — проведение детального гранулометрического анализа.

**Гранулометрический анализ.** В ходе просмотра ультраконцентратов под бинокулярным микроскопом из них с помощью иглы отбираются все частицы самородного золота. Затем эти частицы измеряются по трем взаимно перпендикулярным осям (*A* — длина, *B* — ширина, *C* — толщина). По этим данным построены гистограммы распределения золота. В качестве примера представлены гистог-

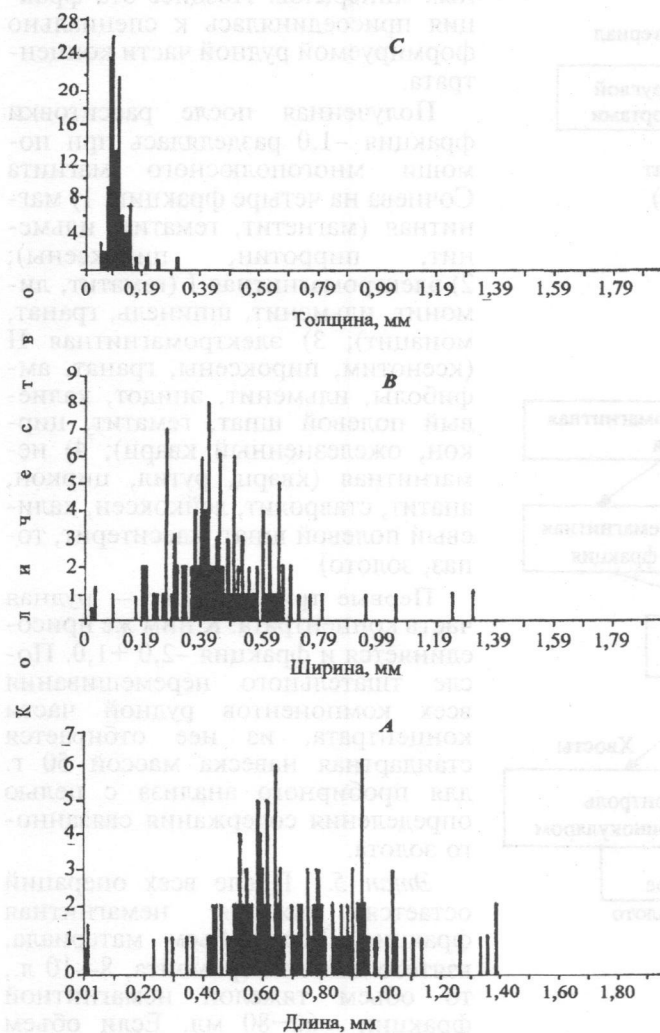


Рис. 2. Гистограммы распределения золота по размерам золотинок: *A*, *B*, *C* — оси

раммы, для частиц золота, попадающих в концентрат обогащения (рис. 2).

На каждой из осей (рис. 2) существуют зоны так называемого постоянного дефицита металла. По оси *A* такая зона находится в промежутке от 0 до 0,2 мм, по оси *B* — от 0 до 0,1 мм, по оси *C* — до 0,02 мм. Однако это не значит, что золота таких размеров в данной россыпи нет: оно потеряно в ходе обогатительных работ.

Один из заключительных этапов обработки проб — зарисовка частиц самородного металла, выделенных из ультраконцентрата (рис. 3). Данная процедура позволяет отнести золото россыпи к тому или иному классу крупности, определить его важнейшие технологические параметры, а также подготовить рекомендации для технологов и обогатителей.

В отвалы попадает не только тонкое и плоское, которое трудно уловить при обогащении, но также и достаточно крупное, массивное золото (рис. 3). Взвешивание выделенного из проб металла, а также пересчет металла на объемы горной массы показали, что в большинстве случаев золото содержится в концентрациях, порой значительно превышающих минимальные промышленные.

По данным [2], объем горной массы, переработанной при добыче россыпного золота в России и лежащей (залегающей) на поверхности (вскрышные породы, гале-эфельные отвалы, шламовые отстойники) составляет по минимальным оценкам не менее 1 млрд. м<sup>3</sup>. Если учесть, что содержания золота в отвальном комплексе могут иметь промышленный уровень, то становится очевидным, что ресурсы подобных отвалов достаточно велики и по оценкам различных экспертов могут составить не менее 14 тыс. т [2].



Рис. 3. Морфология и размеры золотинок, мм

Разумеется, не все отвалы, оставшиеся после отработки россыпей, пригодны для повторной переработки в силу горно-геологических, технологических, экономических и прочих факторов. Представляется целесообразным произвести разведочные работы на отвалах прежних лет с целью установления истинных содержаний (с использованием методики, описанной выше) и возможных запасов золота.

В заключении следует отметить, что применение описанной выше методики позволяет провести оценку ресурсов россыпей комплекса отвалных пород без применения дорогостоящей техники и в короткие сроки. Для ее успешной реализации необходимо обучение специалистов приемам обработки проб и методике гранулометрического анализа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лешков В.Г., Бельченко Е.Л., Гузман Б.В. Золото Российских недр. М.: ЛО «Эккос», 2000.
2. Ковлеков И.И. Техногенное золото Якутии. М.: Московская типография, 2002.
3. Константинов В.М., Пелымский Г.А. Тонкое золото россыпей. //Вестн. МГУ. Сер.4. Геология. 2004. № 4. С. 21–25.
4. Обручев В. А. О запасах золота в отвалах приисков и возможности их извлечения // Изв. АН СССР. Геол. сер. 1942. № 3. С. 16–18.
5. Сурков А.В., Ахапкин А.А. Проблема извлечения мелкого и тонкого золота при освоении россыпей и техногенных отвалов // Цветные металлы. 2003. № 1. С. 13–16.
6. Сурков А.В. Новое в изучении песчано-алевритовой компоненты россыпей и осадочных пород. М.: Издатель Е. Разумова, 2000. 287 с.
7. Экзогенная золотеносность и платиноносность Российской Федерации (объяснительная записка к комплексу карт) / Под ред. В.П. Орлова. М.: ЦНИГРИ, 1997. 155 с.

Московский государственный геологоразведочный университет  
Рецензент — А.Н. Роков

УДК 553.98.041:553.98.061.3

Ю.С. КОНОНОВ

## ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ

Охарактеризованы результаты исследований прогнозно-поисковой системы нефтегазовой геологии в связи с представлениями о генезисе углеводородов. Прогноз и поиски самостоятельных залежей в доступных для бурения породах фундамента требуют трансформации системы критериев, используемой для осадочного чехла.

Рассмотрение прогнозно-поисковой системы нефтегазовой геологии наиболее интересно в двух аспектах. С одной стороны, важно определить, в какой мере такая система зависит от представлений о нефтегазообразовании и нефтегазонакоплении, с другой, как это влияет на принципиально-методические основы прогноза и поисков, их прямые и обратные связи в самой системе.

В последнее время отмечается оживление дискуссии по поводу генезиса нефти и газа и нефтегазонакопления, главным образом на страницах отраслевых журналов [5, 8, 14, 16, 20, 35–37, 42–44]. Она протекает в своеобразных для отечественной нефтяной геологии условиях. Во-первых, после непрерывного наращивания объемов геолого-разведочных работ и крупнейших открытий до 90-х гг. XX в. произошел резкий спад. Поиски новых месторождений сведены до минимума. На открытых месторождениях громадных масштабов достигнуто списание запасов [45]. В таких условиях, казалось бы, дискуссия теряет практический смысл. Во-вторых, высокие темпы прироста запасов, достигнутые к началу 90-х гг. XX в., в большинстве нефтегазоносных регионов страны привели к значительному истощению ресурсной базы и необходимости

определения новых направлений наиболее эффективных поисков. Поскольку геологи по природе — оптимисты, они уверены в том, что поиски вновь будут активизированы и результаты теоретических изысканий достаточно важны для последующего востребования геолого-разведочной практикой.

В ходе упомянутой дискуссии речь идет главным образом о нефтегазообразовании и нефтегазонакоплении либо в рамках биогенного, либо абиогенно-глубинного генезиса углеводородов (УВ). На этом фоне несколько экзотически выглядят предлагаемые варианты поступления УВ на Землю из космоса и образования таким способом промышленных месторождений [2, 16]. В основном же нынешняя ситуация отражает традиционное в отечественной нефтяной геологии противоборство точек зрения, которые впервые высказали М.В. Ломоносова и Д.И. Менделеев. В недавнем прошлом выразителями такого противоборства, например, с 50-х гг. XX в., в наиболее непримиримой форме были Н.Б. Вассоевич и Н.А. Кудрявцев. Ныне обращает на себя внимание стремление найти иное толкование в рамках традиционных концепций, в том числе сблизить их между собой. В частности, с 70-х гг. прошлого века, когда широкую популяр-