

## ДОИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕЛКОГО И ТОНКОГО ЗОЛОТА ИЗ ХВОСТОВ ПРОМЫВКИ РОССЫПЕЙ



С. И. ЕВДОКИМОВ,  
доцент, канд. техн. наук  
(СКГМИ)



А. М. ПАНЬШИН,  
технический директор,  
канд. техн. наук  
(ОАО «Электроцинк»)

При разработке россыпных месторождений золота в России широко применяют модульные конструкции. Под термином «модульная конструкция» понимают ряд сборно-разборных унифицированных модулей, состоящих из аппаратов, установленных на металлоконструкциях и выполняющих отдельные операции обогащения песков [1]. В большинстве случаев достаточно быстрая отработка золотосодержащей россыпи (особенно при бульдозерной подаче песков на обогащение) вынуждает перемещать промывочный прибор с участка на участок несколько раз за сезон. Именно поэтому при конструировании и изготовлении промывочных приборов, применяемых на россыпных месторождениях, учитывают требования модульности и мобильности.

В научно-производственном предприятии «Геос» (Северо-Кавказский горно-металлургический институт) выполнены промышленные испытания двухмодульной установки [2] (рис. 1) на харгинских (Амурская обл.) относительно сухих галеефельных отвалах. Они образованы при открытом способе отработки россыпного месторождения с применением передвижных про-

мывочных установок типа ПГШ, оснащенных шлюзами глубокого наполнения с жестким улавливающим покрытием.

Выемку материала из отвалов (без предварительного рыхления) и подачу его на сепарационный комплекс осуществляли бульдозером. После дезинтеграции на вашгерде (ячейка диаметром 50 мм) с помощью гидромонитора 1 пески подают гидроэлеватором 2 на шлюз глубокого наполнения 3 первого модуля сепарационного комплекса. Гидроэлеватор выполнен на базе дизельного агрегата трактора Т-130 и 8-дюймового центробежного насоса. Шлюз размером 1×5 м установлен под углом 7° над двухкамерным гидроклассификатором 4. Шлюз армирован резиновыми ковриками и стальными трафаретами.

Режим работы шлюза: производительность — 15 м<sup>3</sup>/ч; скорость движения пульпы — 1–1,5 м/с; отношение Т:Ж в питании — 1:7.

Продолжением шлюза является колосниковый грохот (расстояние между колосниками 12 мм), первые 0,5 м грохота (со стороны шлюза) имеют уклон 7°,

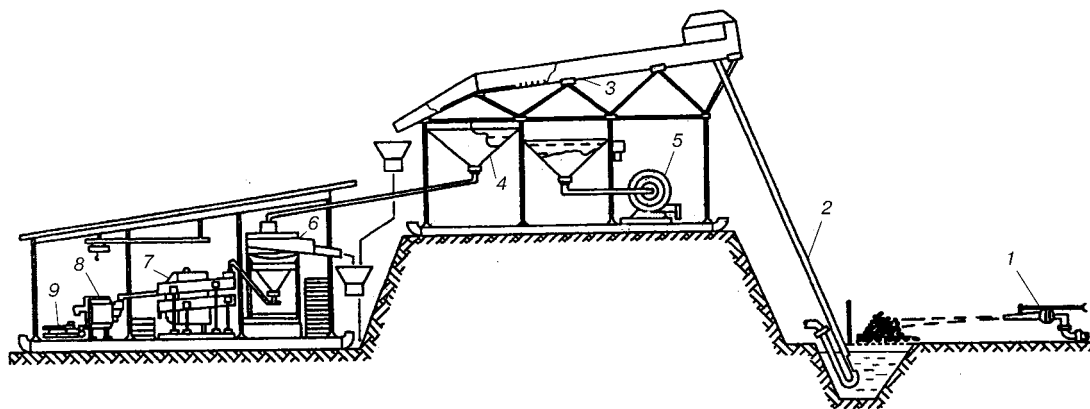


Рис. 1. Двухмодульный сепарационный комплекс

а последние 1,2 м — 20°. Камеры гидроклассификатора представляют собой две спаренные пирамиды высотой 1,7 м и с основанием размером 2×2 м каждая. Слив первой камеры через порог поступает во вторую камеру, слив которой удаляется в отвал. Разгрузка песков — непрерывная через песковые насадки. В результате подготовительных операций получают два продукта, вовлекаемых в дальнейшую переработку: пески крупностью — 12 и — 1 мм. Для обогащения песков крупностью — 1 мм на первом модуле установлен центробежный концентратор ЦВК-1200 5, концентрат которого вначале планировали направлять на доводку, а хвосты — в отвал. Однако в пусконаладочный период подтвердились результаты геологоразведочных работ, в соответствии с которыми в харгинских галеефельных отвалах, как и в первичной россыпи, золото представлено всеми фракциями, но мелко и тонкого содержится не более 3–5 %. Учитывая granulометрический состав золота в отвалах, признано целесообразным объединить концентрат ЦВК-1200 с питанием одного из концентрационных столов.

Пески крупностью — 12 мм самотеком поступают на второй модуль в отсадочную машину «Труд-3» 6. В качестве искусственной постели в машине применяли стальную дробь диаметром 5–8 мм, уложенную в ячейки решета размером 250×250×150 мм, установленного на неподвижную шпальтовую сетку из нержавеющей стали с ячейками размером 3×80 мм. Для повышения качества подрешетного продукта отсадки на втором модуле установлены последовательно концентрационные столы СКО-15 7, СКО-2 8, 30-КЦ 9.

Сполоск шлюза проводили периодически через 5–7 дней работы установки, причем в связи с неравномерным распределением золота по длине шлюза съем шлихов осуществляли в два приема: отдельно снимали «золотую головку» в первой четверти шлюза, а с остальных ковриков проводили контейнерную съемку всего серого шлиха. Оборудование для мокрых операций доводки — магнитный сепаратор ЭБМ 40/30 и концентратор ИТОМАК-1 — размещено на площадях второго модуля, а сухие операции доводки — сепарацию в слабых и сильных магнитных полях, магнитокидкостную сепарацию, растворение в кислотах, отдувку — осуществляли в помещении по ранее отработанной технологии [3, 4].

В ходе промышленных испытаний с производительностью установки 15 м<sup>3</sup>/ч переработано 3,5 тыс. м<sup>3</sup> техногенного сырья, из которого извлечено 578 г золота. При этом 72,3 % металла получено на шлюзе, остальное — на концентрационных столах. Затраты на приобретение, монтаж и ввод в эксплуатацию оборудования, а также освоение технологии в промышленных условиях составили 107,7 тыс. долл. США. При годовой производительности установки 74 тыс. м<sup>3</sup> отвалов, содержащих 100–150 мг/м<sup>3</sup> золота, она окупилась за один промывочный сезон.

В полной мере оценить возможности созданного промприбора можно по результатам переработки отвала с повышенным содержанием труднообогатимого золота. Поэтому следующий этап испытаний осуществлен на участке старательной артели «Восточная», добы-

вающей золото в долине р. Джелтулак (запад Амурской обл.). По технологии, принятой в артели, пески землесосом ГРУ-800 подают на трехсекционный шлюз глубокого наполнения длиной 24 м, промывая в сутки 1200 м<sup>3</sup> песков, содержащих 0,32 г/т золота (по данным геологоразведочных работ). Средняя суточная съемка металла со шлюза — 1100 г, т. е. потери золота с хвостами шлюза составляли около 23 %. Гранулометрическая характеристика рыхлых отложений приведена ниже.

<i>Класс крупности, мм</i>	+50	–50+6	–6
<i>Содержание класса, %</i>	4,8	54,2	41,0

Золото в эфелях в основном тонкопластинчатое, чешуйчатое, в плане изометричное, овальное, удлиненное, реже — неправильных очертаний, совершенно окатанное, сильно истертое, глубоко измененное процессами коррозии. Образовавшаяся на золотилах высокопробная оболочка уплотнена, в результате чего поверхность имеет металловидный блеск. Проба золота с поверхности 900, в средней части — 850–870. Кроме того, встречаются зерна золота и относительно массивные, немного слабее окатанные в виде утолщенных пластин округлой, эллипсоидной формы с изогнутыми краями. Проба этого золота 800. Повсеместно обнаружены зерна электрума, которые чаще всего представлены частицами чешуйчатой, нитевидной, почковидной формы. Проба его 600–650. В классе –0,1 мм, наряду с тонкими, стертymi пластинками, появляются золотишки иной морфологии и окатанности. Встречаются губчатые, палочковидные, комковидные, неправильные крючковидные зерна. Это золото не окатано или окатано очень слабо; поверхность его не изменена. Проба 740–770.

Различие в пробности связано с глубокой коррозией совершенно окатанного золота.

Хвосты шлюза повторно перерабатывали на трехмодульном сепарационном комплексе-приставке к промывочному прибору типа ПГШ-50 (рис. 2).

На первом модуле в дополнение к шлюзу 1 установлен двухситный виброгрохот ГИС-32 2. Для подачи хвостов на виброгрохот (частота колебаний 10 Гц) в конце первой секции шлюза врезано устройство с двумя шиберами и колосниковой решеткой, позволяющее отсекалть и направлять на виброгрохот до 1/4 потока пульпы. Надрешетные продукты крупностью +25 и –25+6 мм выводят в отвал, а подрешетный продукт (–6 мм) обезвоживают в бункере 3 и песковым насосом 4 подают в приемный бункер отсадочной машины «Труд-3» 5, установленной на втором модуле.

Режим работы отсадочной машины «Труд-3»: амплитуда колебаний конусов 43 мм; частота колебаний конусов 140 мин<sup>–1</sup>; производительность 6–8 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч); расход воды 3,4–3,7 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч); диаметр стальной дроби 5–8 мм; высота постели 80–100 мм.

Подрешетный продукт машины основной отсадки гидроэлеваторами, установленными на каждую камеру, подают в отсадочную машину МОД-1 6 для перечистки. Машина МОД-1, а также концентрационный стол СКО-2 7 и центробежный концентратор ИТОМАК-1 8 с приемными бункерами и разгрузочными желобами размещены на третьем модуле.

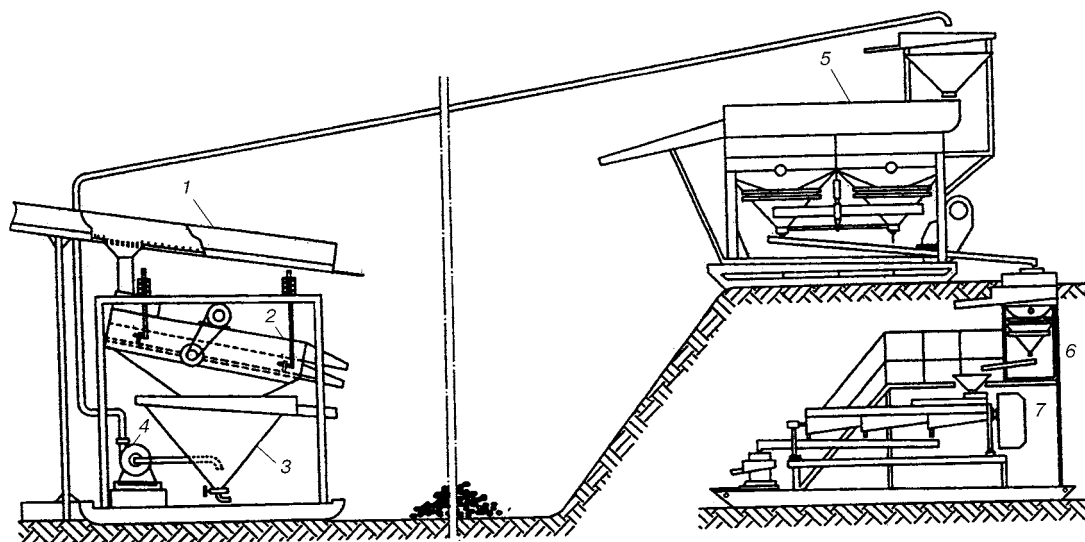


Рис. 2. Трехмодульный сепарационный комплекс-приставка

**Технологические показатели работы трехмодульной установки**

Продукты	Выход, %	Содержание Au, г/т	Распределение Au, %
Отходы:			
класс +6 мм	45,00	0,04	5,6
хвосты 2-го модуля	43,00	0,11	14,8
хвосты 3-го модуля	11,50	0,26	9,3
хвосты ИТОМАК-1	0,49	4,21	6,5
Концентрат	0,01	2041,60	63,8
Хвосты ПГШ-50	100,0	0,32	100,0

Режим работы концентрационного стола СКО-2: амплитуда движения деки — 14 мм; частота колебаний — 330 мин<sup>-1</sup>; угол поперечного наклона — 7°.

Электропитание оборудования установки (общая мощность 12 кВт) осуществлено от дизельной станции ДЭС-40, обслуживавшей редуктор землесоса ГРУ-800.

Все три модуля установки расположены с таким расчетом, чтобы выводимые из процесса продукты обогащения разгружались в точку «боя» основного шлюза и убирались одним бульдозером.

Производительность комплекса составила 15 м<sup>3</sup>/ч. Анализ продуктов обогащения осуществляли пробирным методом и амальгамации с цианированием. По результатам анализа рассчитан баланс металла по операциям обогащения (см. таблицу).

Как следует из данных таблицы, более 60 % металла, теряемого с хвостами ПГШ-50, доизвлекается в концентрат, содержащий 2 кг/т золота. При доводке концентрата содержание золота повысили до 94–97 %. Масса химически чистого золота, полученного за 20 ч работы комплекса, в среднем составляла 45 г. Следовательно, при переработке всего объема хвостов промприбора ПГШ-50 можно дополнительно извлечь 180 г золота в сутки. С учетом количества золота, извлекаемого в сезон с применением ПГШ-50 (50–70 кг),

это составляет 10,8 % количества золота в исходных песках, или дополнительно 15 кг золота в сезон.

Применение комплекса с целью доизвлечения золота из текущих хвостов увеличивает эксплуатационные расходы на 1 м<sup>3</sup> перерабатываемых песков, но снижает затраты на 1 г металла.

*Список литературы*

1. Модульные обогатительные фабрики / С. Б. Леонов, К. В. Федотов, В. И. Белобородов, А. А. Потемкин // Горный журнал. — 1998. — № 5.
2. Солоденко А. Б., Евдокимов С. И., Казимиров М. П. Обогащение россыпей золота. — Владикавказ: ООО НПКП «МАВР», 2001.
3. Казимиров М. П., Евдокимов С. И., Солоденко А. Б. Гидрошлюзовая отсадочно-концентрационный промывочный прибор для отработки россыпей золота. //Изв. вузов. Цветная металлургия, 2001. — № 5.
4. Казимиров М. П., Солоденко А. Б. Технология и оборудование для повторной отработки золотоносных песков // Горный журнал. — 2002. — № 2. **ТХ**

E-mail: skgtu@skgtu.ru

**ADDITIONAL EXTRACTION OF FINE AND SMALL-SIZE GOLD FROM TAILINGS OF ALLUVIAL DEPOSIT RINSING**  
**Evdokimov S. I., Panshin A. M.**

The results of pilot-industrial works for additional extraction of alluvial gold from rinsing tailings are presented. Modular-type units including depositing equipment, table concentrators and centrifugal concentrators are used. Operating of these units during rinsing period with productivity 60 cu. m/h demonstrated possibility of profitable gold extraction from this man-caused raw material.

**Key words:** man-caused raw material, gold, lock chamber technology, modular unit.