

# СЕПАРАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОВОДКИ ЗОПОТОСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ

**А.А. Солоденко<sup>1</sup>, С.И. Евдокимов<sup>2</sup>, Р.Н. Максимов<sup>3</sup>,  
А.М. Панышин<sup>4</sup>, Н.И. Семошина<sup>5</sup>**

При добыче золота из россыпных месторождений гидравлическим или дражным способом на стадии первичного обогащения получают черновые концентраты (шлихи). На предприятиях большой мощности сполоск шлюзовой постели осуществляют в контейнер (шлиховоз). В этом случае получают серый шлик с содержанием золота от 0,05 до 0,5 %, который на шлихообогатительной фабрике (ШОФ) гравитационными, магнитными и специальными методами обогащения доводят до лигатурного золота.

На предприятиях небольшой мощности шлик снимают вручную на шлюзах разбуториванием шлюзовой постели и промывкой ковриков при слабом потоке воды. В результате получают 20–2 л и менее черных шлихов, т.е. шлюзовых концентратов, содержащих от 0,5 до 5 % металла, которые затем в помещении золотоприемной кассы (ЗПК) доводят до чистого шлихового золота. При такой технологии промприборы простаивают до 2–3 часов, имеют место потери золота (1–3 %) и тяжелые условия труда съемщиков [1].

В этой связи все большее число золотодобывающих предприятий используют различного рода шлихообогатительные установки (ШОУ) и аппараты для переработки шлихов. Основу шлихообогатительных установок обычно составляют гравитационные, магнитные, центробежные сепараторы и классифицирующие устройства. Наличие ШОУ позволяет перейти на контейнерную съемку или скорректировать методику съемки шлихов в сторону увеличения объема снимаемого концентрата (до 200 л и более). При наличии у предприятия нескольких участков добычи достаточно объединение суточных съёмов в партии, однородные по составу. Пример внедрения такого ШОУ, разработанного научно-произ-

водственным предприятием «Геос» (г. Владикавказ) для золотодобывающей компании «Дальзолото» (г. Хабаровск), описывается ниже.

Разработанная установка представляет собой набор аппаратов для обогащения шлихов, расположенных в двухэтажном здании (3,0×3,5×7,0 м) с металлическим каркасом и деревянными стенами (рис. 1). Для обеспечения самотечного движения продуктов обогащения аппараты установили по высоте на разных уровнях, начиная сверху в следующем порядке: 1 – приемный бункер, 2 – отсадочная машина; 3 – виброгрохот; 8 – подшлюзок 0,2×1,2 м; 4 – магнитный сепаратор; 5 – концентрационный стол; 6 – центробежный сепаратор; 9 – шлюз мелкого наполнения размером 0,3×2,5 м; 7 – центробежный водяной насос. Опорные рамы под оборудование выполнены из металлических конструкционных материалов. Для обслуживания перед каждым аппаратом предусмотрена рабочая площадка. Площадки соединены переходами, лестницами и люками. Для подъема исходных шлихов предусмотрена ручная лебедка.

Подачу воды на ШОУ осуществляют центробежным насосом типа К 20/18 из ручья, протекающего недалеко от установки. В системе водоснабжения предусмотрен установленный на крыше здания ШОУ водонапорный бак емкостью 2,2 м<sup>3</sup>. Это обеспечивает работу грохота, магнитного сепаратора и концентрационного стола независимо от работы насоса. Давление воды, необходимое для центробежного сепаратора, обеспечивается дополнительным насосом типа 8К18, работающим последовательно с основным насосом. Водопроводная система и пульповоды ШОУ выполнены из металлических труб и резиновых шлангов разного диаметра.

Электроснабжение ШОУ осуществляется от трехфазной сети промучастка с напряжением 380 В. Об-

<sup>1</sup>Солоденко А.А. – н.с. ООО «НПП Геос»

<sup>2</sup>Евдокимов С.И. – к.т.н., доцент СКГМИ(ГТУ)

<sup>3</sup>Максимов Р.Н. – к.т.н., доцент СКГМИ(ГТУ)

<sup>4</sup>Панышин А.М. – к.т.н., технический директор ОАО «Электроцинк»

<sup>5</sup>Семошина Н.И. – ст. лаборант ОАО «Электроцинк»

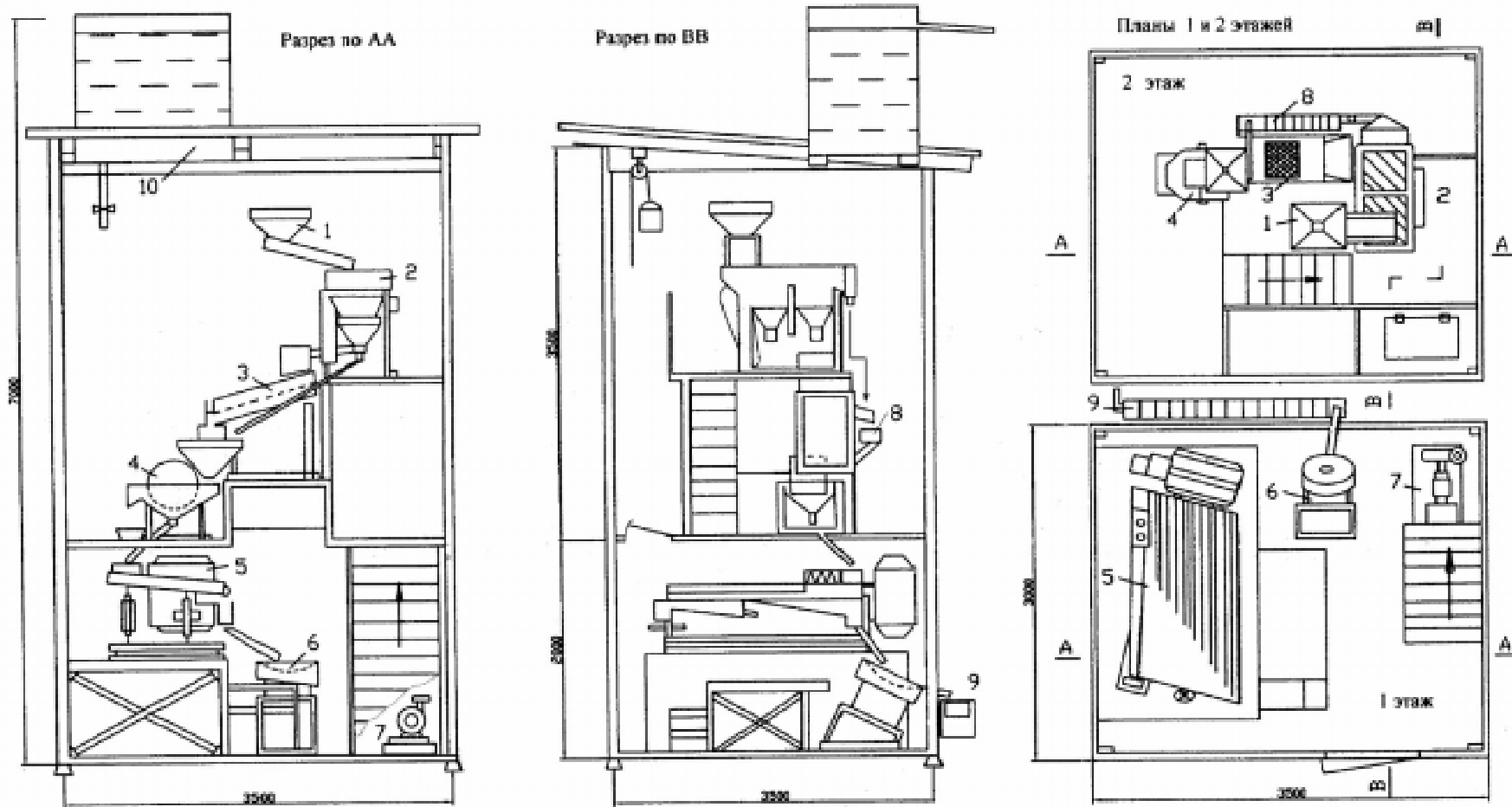


Рис. 1. Общие виды шлихообогатительной установки.

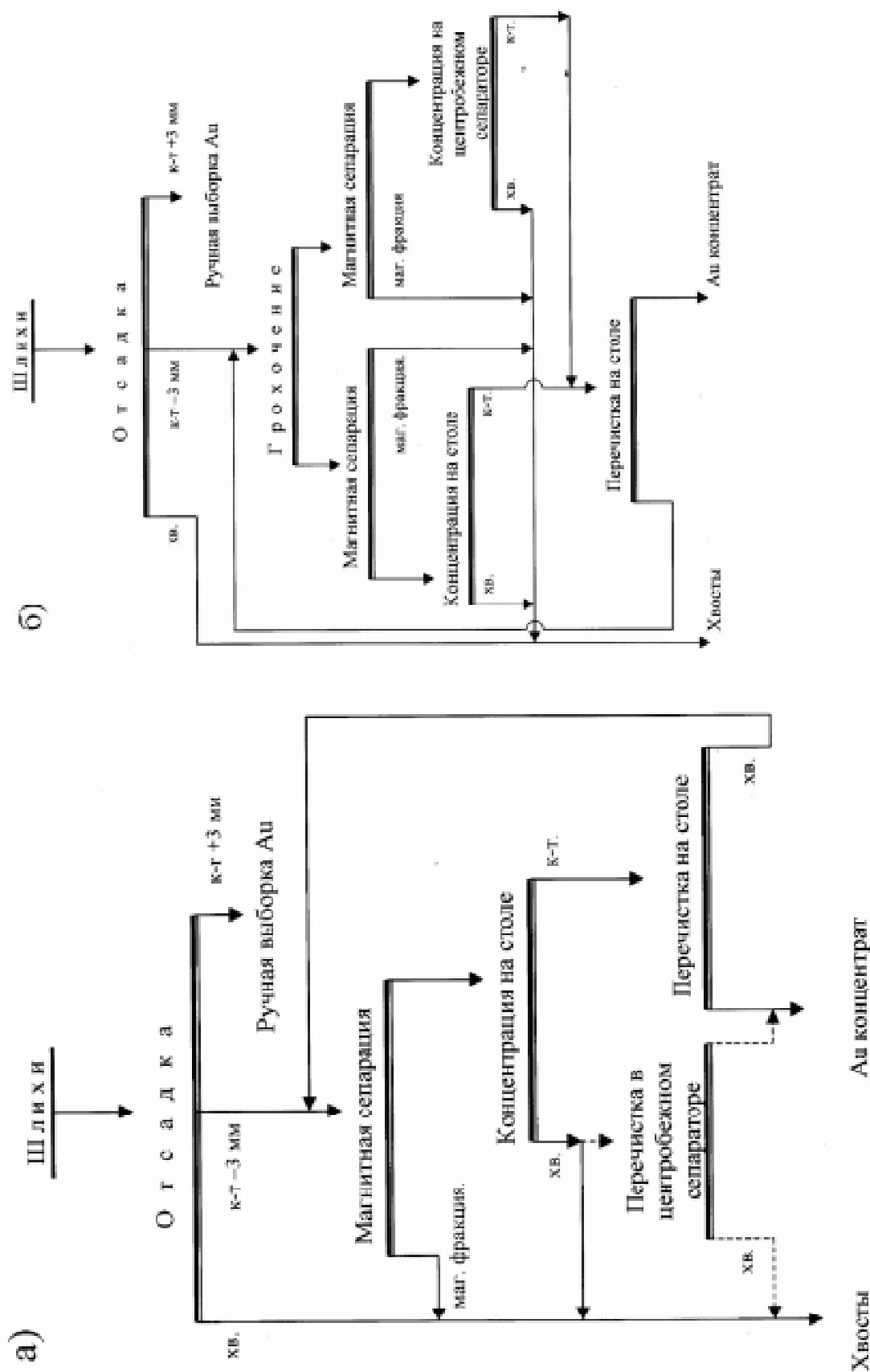


Рис. 2. Технологические схемы обогащения шлихов.

щая установочная мощность электродвигателей аппаратов ШОУ не превышает 12 кВт.

С целью обеспечения сохранности драгметалла ШОУ построена на территории золотоприемной кассы (ЗПК). Для сброса отходов ШОУ рядом с ЗПК организовано хвостохранилище в виде котлована емкостью 35 м<sup>3</sup>.

Схема цепи аппаратов ШОУ укомплектована оборудованием отечественного производства. Для гравитационного обогащения шлихов установлена диафрагмовая отсадочная машина МОД-0,2 и концентраторный стол СКО-2, выпускаемые Новосибирским машиностроительным заводом «Труд» (г. Новосибирск). Для магнитного обогащения в схеме предусмотрен барабанный электромагнитный сепаратор типа ЭБМ 32/20, выпускаемый ЗАО «Механобртехника» (г. Санкт-Петербург). Для извлечения тонкого золота из шлихов или перерешетки продуктов обогащения в схему ШОУ включен центробежный сепаратор, выпускаемый ЗАО «ИТОМАК» (г. Новосибирск). Для классификации шлихов на узкие классы крупности в составе ШОУ использован 4-ситный виброгрохот конструкции НПП «Геос» (г. Владикавказ).

Комплекс установленного оборудования позволяет перерабатывать на ШОУ шлихи с производительностью до 1 т/ч. В зависимости от вещественного состава шлихов установка позволяет перерабатывать их по разным схемам. Для изменения схемы достаточно перебросить пульповоды, соединяющие аппараты.

При небольшом количестве мелких и тонких классов в исходных шлихах рекомендуется эксплуатировать ШОУ по схеме, в которой не предусмотрено применение виброгрохота (рис. 2а). Концентрат стола СКО-2 накапливают в емкости и переочищают, возвращая их в приемный бункер магнитного сепаратора. Сепаратор «ИТОМАК» в этом случае может использоваться для перерешетки хвостов или промпродуктов стола СКО-2. Перерешетку можно осуществлять одновременно с работой основных аппаратов или отдельно, включая «ИТОМАК» периодически и загружая его вручную продуктами из накопительной емкости.

Если в исходных шлихах много мелкого материала, целесообразно эксплуатировать ШОУ по схеме, в которой после отсадки шлихи рассеивают на виброгрохоте на узкие классы (например, 3–0,5 и 0,5–0 мм), которые далее обогащают отдельно (рис. 2б). Крупный класс направляют на концентраторный стол через магнитный сепаратор, а мелкий класс накапливают в емкости и затем через маг-

нитный сепаратор подают на концентрационный стол или на сепаратор «ИТОМАК».

При небольшом количестве в исходных шлихах материала крупнее 3 мм (и соответственно золота в нем) предпочтительной является схема обогащения без применения отсадочной машины. В этом случае рекомендуется рассев шлихов на виброгрохоте и применение концентрационного стола в сочетании с центробежным сепаратором.

Окончательную доводку шлихов при небольшом их количестве осуществляют в ЗПК с помощью ручного магнита и лотка. Если количество шлихов значительно (более 5 кг), то их сушат и доводят с помощью магнитного и магнитожидкостного сепараторов конструкции НПП «Геос».

Двухвалковый магнитный сепаратор на постоянных магнитах из редкоземельных металлов позволяет выделить из шлихов сильно- и слабомагнитные минералы. Выделение магнитных минералов осуществляется в две стадии: первая – в слабом поле напряженностью 800–1200 эрстед открытой магнитной системы первого валка с гладкой поверхностью, вторая – в сильном поле (5000–8000 э) замкнутой магнитной системы второго валка с зубчатой поверхностью.

Золото из немагнитной фракции извлекается на вибрлотковом магнитожидкостном сепараторе. МЖ-сепаратор состоит из магнитной системы, сепарационной кюветы, вибратора, приемников исходного питания и продуктов разделения. Магнитная система имеет С-образную форму и клиновидный межполюсной зазор. Система выполнена на базе никель-кобальтового сплава ЮНДК 35. Это обеспечивает напряженность магнитного поля в узкой части межполюсного зазора до 4500 эрстед. Максимальная ширина зазора в узкой части составляет 30 мм.

Разделение минералов по плотности в МЖ-сепараторе осуществляется с помощью ферромагнитной жидкости и сепарационной кюветы, расположенных между полюсами магнитной системы. Эффект псевдоутяжеления и удерживания ферромагнитной жидкости между полюсами происходит в результате втягивания ее в область магнитного поля с максимальной напряженностью. Это создает в жидкости дополнительное гидростатическое давление с определенным градиентом, а следовательно, и дополнительную (к гравитационной) выталкивающую силу [2].

Разделяемый материал с помощью вибрлотка подается в объем ФМЖ, ограниченный стенками сепарационной кюветы. Тяжелые частицы золота

тонут и, за счет вибрации кюветы, продвигаются по дну до разгрузки в соответствующий приемник. Легкие частицы (кварц, сульфиды плотностью до  $5 \text{ г/см}^3$ ) плывут по поверхности ФМЖ за счет наклона магнитной системы (и соответственно слоя ФМЖ) и разгружаются в конце рабочего слоя. Эти частицы отсекаются с помощью неподвижной перегородки, установленной с торца магнитной системы.

В МЖ-сепараторе используется ферромагнитный коллоид магнетита в керосине, стабилизированный олеатом натрия. Намагниченность ферроколлоида 5–30 кА/м, физическая плотность  $0,9\text{--}1,3 \text{ г/см}^3$  [3].

Промышленные испытания ШОУ проводились на хвостах ручной доводки черных шлихов, на участке золотодобычи в п. Бриакан Хабаровского края. Из 1500 кг этого продукта, скопившегося в зумпфах ЗПК, на ШОУ было получено около 12 кг концентратов, содержащих до 10 % золота. Аналогично были обработаны на ШОУ семь 50-литровых контейнеров шлихов с гидравлических промприборов

участка «Попутный» и работающей в этом районе драги. Доводкой концентратов ШОУ из этих продуктов было извлечено более трех килограммов лигатурного золота.

### Выводы

В результате выполненной НИИОКР разработана, изготовлена и введена в эксплуатацию шлихообогатительная установка производительностью до 1 т/час. Основу технологии обогащения шлихов составляют гравитационные, центробежные, магнитные и магнитожидкостные методы сепарации минерального сырья. В схеме цепи аппаратов ШОУ используются отсадочная машина, виброгрохот, концентратный стол, магнитный и МЖ-сепараторы, а также центробежный концентратор отечественного производства. В период промышленных испытаний установки на промучастке ОАО «Дальзолото» из шлихов гидравлических промприборов и драг было получено более 3 кг лигатурного золота. Испытания подтвердили высокую технико-экономическую эффективность разработанной установки.

## Литература

1. Солоденко А.Б., Евдокимов С.И., Казимиров М.П. Обогащение россыпей золота. – МВР: Владикавказ, 2001. 365 с.

2. Бунин Г.М. Исследования гравитационно-магнитного процесса обогащения полезных ископаемых в

магнитных жидкостях: Автореферат дис. ... канд. техн. наук. – М., 1968. 18 с.

3. Берковский Б.М., Медведев В.Ф., Краков М.С. Магнитные жидкости. – М.: Химия, 1989. 240 с.

Поздравляем!

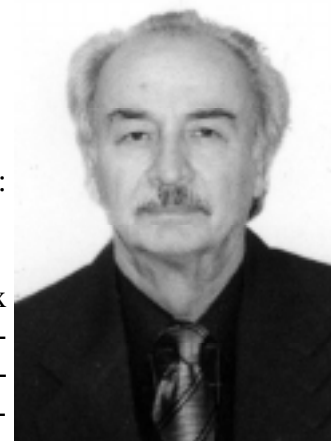
### УКАЗ

#### ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ О НАГРАЖДЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ НАГРАДАМИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

За большие заслуги в области науки присвоить почетное звание:

#### «ЗАСЛУЖЕННЫЙ ДЕЯТЕЛЬ НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

**ГАБЕЕВУ Василию Николаевичу** – доктору биологических наук, профессору, заведующему кафедрой государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова», Республика Северная Осетия-Алания.



Президент Российской Федерации

**В. ПУТИН**

Москва, Кремль, 21 октября 2006 года.