

УДК 622.342

С.М. Федосеев, Е.С. Слепцова, А.И. Матвеев

МАГНИТНЫЙ ШЛЮЗ С ЗАМКНУТЫМИ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ СИЛОВЫМИ ЛИНИЯМИ

Приведен краткий обзор магнитных шлюзов, предназначенных для дополнительного улавливания мелкого и тонкого золота. Рассмотрен вариант магнитного шлюза, разработанного в лаборатории обогащения полезных ископаемых ИГДС, который по результатам лабораторных испытаний имеет большую эффективность, чем известные магнитные шлюзы. Приведена теоретическая оценка устойчивости высоты ворса из магнитных минералов в зависимости от напряженности магнитного поля и скорости движения частиц золота

Ключевые слова: гравитационное обогащение, извлечение золота, улавливающее покрытие, магнитный шлюз, силовые линии магнитного поля, магнитоструктурированная цепочка, эффективность обогащения.

Существующие технологии гравитационного обогащения золотоносных песков не обеспечивают желаемого извлечения, особенно, мелких и тонких классов золота. Снос мелкого и тонкого золота приходится, в основном, на первой стадии обогащения (на промприборах и дражных шлюзах), где перерабатывается основная масса горной породы. Известно, что на традиционных шлюзах мелкого наполнения с резиновыми ковриками и металлическими трафаретами лестничного типа частицы золота крупностью – 0,315 мм извлекаются до 80 %; крупностью – 0,2 мм – до 66 %, крупностью 0,1 мм извлекаются до 27 % [1].

Одним из путей повышения извлечения золота является усовершенствование улавливающего покрытия шлюзов. На практике испытаны установки на основе искусственно создаваемого, с помощью магнитного поля, улавливающего покрытия из магнитных минералов, содержащихся в обогащаемой россыпи. Однако, широкое внедрение данной технологии все

еще требует доработки, направленной на повышение эффективности извлечения золота и упрощения их эксплуатации.

Известен ряд шлюзов, разработанных в ИГДС им. Н.В. Черского СО РАН [2, 4, 4], где для увеличения полезной площади магниты расположены на днище шлюза без боковых зазоров с чередующимися полюсами. Данные шлюзы имеют открытые магнитные системы и на них магниты расположены на одной плоскости. Недостатком данных шлюзов является большой выход концентрата, снижающий эффективность обогащения полезного компонента. Это связано с тем, что силовые линии замыкаются между разноименными полюсами, особенно на стыках магнитов, притягивая магнитные и немагнитные минералы. К тому же, накопление магнитных минералов вдоль силовых линий между полюсами уменьшает действие магнитного поля в пространстве, подобно эффекту замкнутого подковообразного магнита. Магнитные минералы, выстроенные вдоль сило-

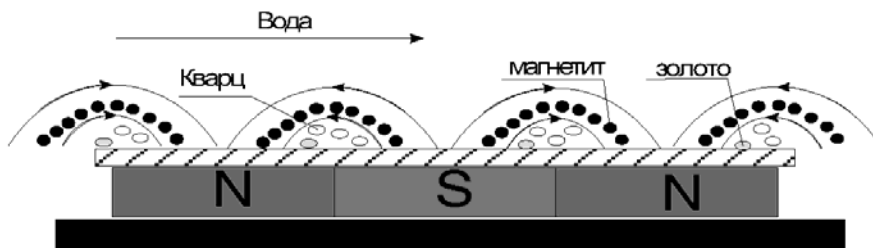


Рис. 1. Силовые линии магнитных шлюзов [2-4]

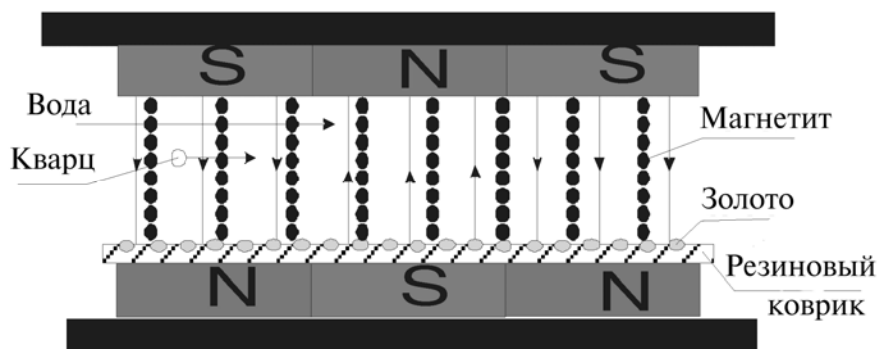


Рис. 2. Замкнутые вертикальные силовые линии магнитного шлюза [5]

вых линий почти горизонтально между магнитами быстро цементируются и делают съемку концентрата весьма трудоемкой. На рис. 1 показаны силовые линии шлюзов [2-4].

Тем не менее, проведенные натурные испытания данных магнитных шлюзов [2-4] на хвостах традиционных промприборов на золотодобывающих предприятиях Республики Саха (Якутия) (ГОК «Куларзолото», старательские артели «Прогресс» и «Амга») показали их реальную работоспособность. Дополнительное извлечение золота на магнитном шлюзе достигает 4 % от всего добытого металла. При этом, в составе добытого металла на магнитном шлюзе, частицы золота класса крупности – 0,5 + 0,25 мм составляют 14 %, а класса – 0,25 мм – 76 %.

Представляет практический интерес магнитный шлюз, разработанный в лаборатории ОПИ ИГДС [5]. На данном шлюзе повышение эффективности обогащения золота достигается за счет расположения дополнительной магнитной системы над потоком пульпы. Данная замкнутая система позволяет создать магнитное поле большей напряженности. При этом создаются вертикальные магнитные силовые линии, способствующие интенсивному образованию ворсов, пронизывающих весь поток пульпы. Улавливающий «стоячий ворс» уплоткован менее плотно и через него потоком воды легко вымываются легкие немагнитные минералы (пески, ил и др.), а их место занимают оседающие или осевшие частицы золота.

В данном случае получается более рыхлая улавливающая постель, с большей емкостью для улавливания тяжелых частиц за счет постоянной перемешки постели потоком воды, что способствует повышению эффективности обогащения полезного компонента и делает съемку концентрата менее трудоемкой. На рис. 2. показаны замкнутые вертикальные силовые линии магнитного шлюза [5].

Данный шлюз [5] пока еще не прошел широких натуральных испытаний. Но, как показывают лабораторные исследования, эффективность обогащения ценного компонента (имитатор – латунь) шлюза [5] в 1,44 раза выше, чем у шлюзов [2–4]. При этом эффективность обогащения шлюзов [2–4], рассчитанная по формуле Ханкока-Луйкена [6] составляет 27,4 %, а шлюза [5] – 39,5 %. Заниженные значения эффективности обогащения связаны с применением имитатора с плотностью 8,2 г/см³, что почти в 2 раза меньше плотности золота.

Нами рассмотрен механизм осаждения частиц золота на улавливающее покрытие шлюза [5]. Известно, что осаждение частиц золота происходит за счет потери скорости частиц золота в потоке обогащаемой пульпы. По одной из версий это происходит при столкновении частиц золота с элементами магнитоструктурированной цепочки из магнитных минералов. По второй версии пряди из магнитных минералов пронизывают весь поток пульпы в вертикальном направлении, что позволяет воздействовать на электропроводные частицы, находящиеся в двигающейся пульпе. В частицах металла появляются вихревые токи, которые создают свое магнитное поле. Данное магнитное

поле, взаимодействуя с внешним полем, создает тормозящую силу. Однако, количественно эта сила пока никем не определена. Есть оценочные соображения, что эти силы ничтожно малы и ими обычно пренебрегают.

В таком случае, тормозящая сила, в основном, зависит от высоты ворса, его устойчивости, скорости пульпы и характера взаимодействия частиц золота с элементами магнитоструктурированной цепочки. Нами сделана попытка расчетным путем оценить устойчивую высоту ворса при замыкании верхних и нижних разноименных полюсов магнитов стоячими вертикально прядями из магнитных минералов в зависимости от диаметра частиц и скорости движения частиц золота.

Пусть L – расстояние между нижним и верхним магнитами. Допустим, что все минералы имеют сферическую форму с диаметром D ; v – скорость движения частиц золота; $F_C = 0,5\mu H^2 S$ – сила сцепления магнитных минералов; $m = \frac{1}{6}\pi D^3 \delta$ – масса еди-

ничной частицы минералов; δ_i – плотность, минералов. Тогда сила тяжести вышележащих частиц ($F_{ТЯЖ}$), действующая на частицу, находящуюся на высоте h от нижнего магнита, будет равна:

$$F_{ТЯЖ} = \left(\frac{L}{D} \frac{\pi D^3}{6} \delta g \right) K^*,$$

где $K^* = 1 - h/L$

Тогда условие устойчивости при динамическом воздействии частиц золота примет вид, если принять время контакта для выталкивания частицы магнетита, находящейся на высоте (h) из магнитоструктурированной цепочки за $\tau = D/v$:

Тогда критическая высота устойчивых прядей будет равна:

$$K_{\text{ТР}} \left[\left(\frac{L}{D} \frac{\pi D^3}{6} \delta_{\text{МАГН}} g K^* + 0,5 \mu H^2 S \right) - \right.$$

$$\left. - \Psi S \delta_{\text{ВОДЫ}} \frac{v^2}{2} \right] \frac{D}{v} = \left(\frac{\pi D^3}{6} \delta_{\text{ЗОЛОТ}} g \right) v,$$

где $\Psi S \delta_{\text{ВОДЫ}} \frac{V^2}{2}$ – сила гидравлического сопротивления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обогащение золотосодержащих песков и конгломератов / Замятин О.В., Лопатин А.Г., Санникова Н.П., Чугунов А.Д. – М: Недра, 1975. – 262 с.

2. Способ обогащения песков на шлюзах: А.с. 1540085 СССР, МКИ В 03 В 5/70 / Е.Д. Савин И.И. Ковлеков, В.Ю. Изаксон и др. Заявл. 22.04.88.

3. Шлюз для обогащения россыпей: Пат. 1638871 РФ, МКИ В 03 В 5/70 / В.Ю. Изаксон, Е.Д. Савин, И.И. Ковлеков. Заявл. 13.03.89.

4. Шлюз для обогащения россыпей в по-

токе: Пат.2068737 РФ, МКИ В 03 В 5/70 / Г.Л. Полхов, В.Ю. Изаксон, В.Г. Ширман. Оpubл. 1996. Бюл. № 31.

5. Шлюз для обогащения песков россыпных месторождений в потоке: Свидетельство на полезную модель РФ №11497, МКИ В 03 С 1/00 /В.Р. Ларионов, В.С. Марков, С.М. Федосеев. Заявл. 09.03.99.

6. Переработка обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых / А.А. Абрамов. – М: Изд-во МГГУ, 2001. – 70 с. **ИДБ**

Коротко об авторах

Федосеев С.М. – научный сотрудник, igds@ysn.ru

Слепцова Е.С. – научный сотрудник, slept@mail.ru

Матвеев А.И. – доктор технических наук, старший научный сотрудник, igds@ysn.ru
Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения РАН (ИГДС СО РАН)



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. К.И. САТПАЕВА			
ЛАТЫПОВА Юлия Ависовна	Совершенствование конструкции обвязки устья скважины для предотвращения выбросов газожидкостных продуктов	05.05.06	к.т.н.

