УДК 622.254.3

А.В.КАРЕПАНОВ
Красноярская государственная академия цветных металлов и золота

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ ГЛИНИСТЫХ ПЕСКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА И ПЛАТИНЫ

На рубеже XX-XXI вв. горно-технические условия разработки россыпных месторождений золота и платины значительно ухудшились, в частности, существенно увеличилось содержание глины в песках. Предлагаемая технология включает предварительную обработку разрабатываемых глинистых песков механическими частицами и обеспечивает снижение технологических потерь ценного компонента на 20-75 %, что позволит при небольших затратах эффективно осваивать россыпные месторождения золота и платины.

On the boundary of the 20-21 centuries the resources of gold and platinum placer deposits underwent qualitative changes for the considerable deterioration of mining conditions. Substantial content of clay in the sands is one of the main factor. Offered technology, containing preliminary intrusion into developed clay sands, secures the decrease of technological wastes of valuable component from 20 up to 75 % and allows at a minimum expenditure to develop the deposits with high clay content.

В настоящее время в нашей стране и за рубежом известно большое количество россыпных месторождений, платины и других драгоценных металлов, содержащие в составе отрабатываемых или разведанных запасов значительный объем труднопромывистых глин. В отдельных случаях в погребенных россыпях содержание глины может составлять до 90-95 % от общего объема отрабатываемых запасов. Отработка глинистых песков с применением известных технологий связана с существенными технологическими потерями металла, обусловленными выносом в отвал зерен золота, механически связанных с глиной. В процессах промывки и обогащения такие пески дезинтегрируются в среднем на 5-8 % при дражном способе разработки и на 20-25 % при использовании промывочных установок типа ПКС в комплексе с гидровашгердом. Анализ генерального опробования драг и промывочных установок некоторых золотодобывающих предприятий Сибири показал, что потери золота с окатышами могут достигать 95 % от общего количества технологических потерь металла.

При применении традиционного оборудования для обогащения золота при повышенном содержании глины в песках необходимо предварительное их разупрочнение. Сейчас значительные разведанные ресурсы россыпного золота не вовлекаются в эксплуатацию из-за отсутствия эффективных технологий отработки высокоглинистых песков.

Основные экологически чистые способы подготовки глинистых песков к обогащению: акустический способ на основе эффекта кавитации, ударно-акустический, вибрационный, гидро-импульсный, ультразвуковой способы, основанные на изменении влажности глинистых включений и на криогенном воздействии на глинистые включения, – находятся в стадии исследования или не находят применения ввиду значительных затрат и низкой эффективности.

Предлагаемая перспективная технология подготовки глинистых песков к разработке предполагает обработку глинистых

песков механическими частицами: минеральными зернами, полученными от промывки песков, и железными частицами – отходами машиностроительного и металлургического производств. Способ требует небольших капитальных вложений и экологически абсолютно чист.

Процесс разрушения глины в обводненной массе с искусственным добавлением механических частиц зависит от ряда механических, физико-механических и физико-химических факторов. Согласно общим представлениям о характере разрушения глины при промывке с добавлением экологически чистых механических частиц, свободная вода системы механические частицы – глина – вода, при полном обводнении промываемой массы, проникая по капиллярам глинистых комьев, адсорбируется в виде оболочек вокруг частиц глины и этим уменьшает силы поверхностного сцепления последних. По мере увеличения толщины оболочек адсорбированной воды силы сцепления на границе их соприкосновения уменьшаются и достигают некоторой малой величины, зависящей, главным образом, от вида глинообразующего минерала.

При промывке глинистого материала в обогатительных аппаратах барабанного типа глинистые пески принимают форму окатышей разного диаметра. В процессе непрерывного набухания поверхностные слои окатышей уменьшают свою прочность. Они могут быть разрушены под физическим действием перемешиваемых механических частиц. Эффективность дезинтеграции зависит от размера зерен и количества их возможных контактов с глинистыми окатышами, поэтому для интенсивного разрушения набухших слоев глины необходимо создать как можно больше контактов с механическими частицами и добиться того, чтобы силы трения в месте контакта разрушали этот поверхностный слой.

Для установления оптимального количества, размеров, формы механических частиц и способа их подачи в промывочную установку были проведены лабораторные исследования по изучению эффективности дезинтеграции. Получена многофакторная математическая модель для определения эффективности дезинтеграции глины:

$$Э = \left(A\left(\frac{d_ч}{d_{ок}}\right)^2 - B\left(\frac{d_ч}{d_{ок}}\right) + C\left(\frac{m_ч}{m_{ок}}\right)^2 - D\left(\frac{m_ч}{m_{ок}}\right) - E \right) +$$

$$+ \left(-M\left(\frac{d_ч}{d_{ок}}\right)^2 + N\left(\frac{d_ч}{d_{ок}}\right) - L\left(\frac{m_ч}{m_{ок}}\right)^2 + I\left(\frac{m_ч}{m_{ок}}\right) - P \right) \ln t,$$

где Э – эффективность дезинтеграции, % ; $A = 30{,}55$, $B = 22{,}19$, $C = 4{,}07$, $D = 21{,}31$, $E = 6{,}13$, $M = 56{,}495$, $N = 39{,}99$, $L = 6{,}356$, $I = 26{,}75$, $P = 1{,}216$ – эмпирические коэффициенты; t – продолжительность промывки, мин; $d_ч$ и $d_{ок}$ – диаметры соответственно механических частиц и окатышей; $m_ч$ и $m_{ок}$ – масса механических частиц и масса окатышей соответственно.

При использовании модели следует учитывать, если $Э < 0$, то необходимо принимать $Э = 0$, а если значение $Э > 100$, то необходимо принимать $Э = 100$ %.

Опыты показывают, что с увеличением отношения размеров механических частиц и глинистых окатышей наблюдается рост эффективности дезинтеграции глины. Объясняется это тем, что налипшие на глину мелкие частицы «бронируют» ее поверхность, тормозя процесс разрушения. Однако при $d_ч / d_{ок} \geq 0{,}259$ эффективность дезинтеграции глины из-за недостатка контакта механических частиц с глиной снижается. Установлено также, что для достижения максимального эффекта промывки отношение $m_ч / m_{ок}$ должно оставаться в интервале 0,5-0,4. Предварительное вдавливание механических частиц в окатыши приводит к росту эффективности дезинтеграции в среднем на 10 %. При использовании в процессе промывки частиц неправильной формы эффективность дезинтеграции глины увеличивается на 2-2,5 %.

Подготовка глинистых песков к разработке, основанная на их обработке механическими частицами до процесса дезинтеграции в барабанных грохотах и скрубберах, возможна следующими способами:

• нанесение механических частиц на вскрытый пласт песков и вдавливание их в массив с помощью землеройно-транспортной техники;

• обработка песков механическими частицами в специальных устройствах перед их подачей в барабанные грохота или скрубберы.

Выбор технологии осуществляется на основе технико-экономического сравнения вариантов.

Выемка обработанных песков производится смежными (параллельными) горизонтальными слоями с подгребкой или наклонными слоями. Затем они транспортируются к приемным бункерам промывочных установок. После промывки механические частицы и недезинтегрированные глинистые окатыши следует улавливать специальными устройствами. Механические частицы в чистом виде возвращаются в начало технологического процесса, а глинистые окатыши направляются на промывку.

Внедрение предлагаемой технологии разработки глинистых россыпей золота и платины повысит эффективность разработки россыпных месторождений и при небольших капитальных вложениях обеспечит значительное уменьшение технологических потерь ценного компонента (от 20 до 75 % в зависимости от содержания глинистых включений в разрабатываемых песках), а также решит проблему охраны окружающей среды в процессе подготовки и разработки месторождений. Это будет способствовать повышению инвестиционной привлекательности и интереса недропользователей к освоению высокоглинистых россыпных месторождений золота и платины, а также поможет созданию новых рабочих мест в золотодобывающих регионах России.

Научный руководитель д.т.н. проф. *В.Е.Кисляков*