

УДК 622.271

**А.Г. Михайлов**

## **АЛЛЮВИАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕРЕД РАЗРАБОТКОЙ**

Семинар № 14

---

**И**нтенсивная и продолжительная добыча золота из россыпей существенно истощила доступные запасы для традиционной технологии. Если подход к освоению россыпных месторождений в ближайшие годы останется неизменным, то прирост добычи золота имеет смысл связывать только с освоением коренных месторождений. Уже на сегодняшний день из общего числа разведанных россыпных месторождений более 60% не могут быть отработаны. Причиной этому является несоответствие параметров геологических объектов с применяемыми к ним технологическими решениями. К основному числу таких несоответствий, прежде всего, относятся низкое содержание золота, большая мощность торфов, высокое содержание глины в песках. Конфликт технологических решений с параметрами месторождений обычно сглаживаются путем адаптации технологии под условия месторождения. На протяжении длительного периода это удавалось. В последнее же десятилетие даже интенсивное внедрение аппаратов с эффективным извлечением мелкого и тонкого золота не позволяет, не только наращивать, но и удерживать уровень россыпной золотодобычи. Следует отметить, что запасы золота только в разведанных россыпных месторождениях в настоящее время остаются столь значительными, что способны обеспечить первенство по объемам добычи металла среди

всех прочих источников еще не на одно десятилетие. Кроме того, значительными запасами (превышающие разведанные запасы россыпей) характеризуются потенциальные возможности техногенных объектов. Однако параметры большинства месторождений не позволяют их осваивать рентабельно традиционными технологиями. Нужен кардинально новый подход.

Из известных фактов впервые, в крупных масштабах, россыпи начали разрабатывать в Испании в средние века по долинам рек Тахо, Дуэро, Мино и Гуадиаро, в так называемых арругиях. По дошедшей до наших дней информации, в тот период было переработано около 500 млн. т пород и добыто почти 1,5 тыс. т золота. Аналог арругиям был использован и в России. На уральских приисках 150 лет назад была применена смывная технология разработки. Суть технологического приема состоит в разрушении и перемещении пород водным потоком. Процесс переотложения пород водным потоком можно ассоциировать с управляемым селем. При такой технологии в аллювиальный процесс может быть вовлечен одновременно практически весь объем россыпи, если позволяет рельеф. А если для обогащения использовать только шлиховой материал со дна русла, то объем перерабатываемых песков может быть сокращен более чем на порядок (по материалам раз-

работки уральских приисков после смыва на дне канавы остаются серые шлихи в объеме 5–7 % от общего объема смываемой породы). Исторические примеры убедительно демонстрируют, что даже масштабные горные работы по современным меркам, могут быть с успехом осуществлены только за счет использования природных сил совершенно без привлечения мощного горного оборудования. Использование природных процессов привлекательно, главным образом тем, что позволяет заменить материальные и трудовые ресурсы ресурсами недр.

Рассматривая природный геологический аллювиальный процесс как составную часть технологии разработки россыпи, следует, прежде всего, отметить следующее. Тех масштабов горных работ, в которых природные механизмы функционируют свободно, технические средства не смогут достигнуть в принципе. Аллювиальный процесс также весьма широк по диапазону объемов одновременной реструктуризации и везде, практически, одинаково результативен. К тому же продуктивные россыпи, как правило, сформированы именно аллювиальным процессом. Геологический аллювиальный процесс является весьма быстрым, что позволяет провести подготовку россыпи в сроки, приемлемые для технологических приемов. Водная среда, в которой протекает процесс, позволяет сортировать горную массу по крупности и плотности частиц, отсортировывая в потоке продуктивную, более ценную часть материала массива.

Технологическая реализуемость приема реструктуризации массива посредством аллювиального потока на россыпном месторождении не вызывает сомнений. Основная сложность состоит в управляемости всего

процесса по переотложению материала массива в целом. Исследования по формированию зон концентрации в потоке, показали, что для понимания и расчета параметров процесса следует выделить три ключевых операции, с которыми технологический аллювиальный поток должен быть тесно увязан. Среди ключевых операций, прежде всего, это захват горных пород водным потоком, затем перемещение и, наконец, формирование осадка.

Для захвата пород россыпи в аллювиальный поток необходим запас воды, который должен быть накоплен выше по уровню по отношению к россыпи и оборудован подводом русла к начальному участку массива. Объем накапливаемой воды определяется объемом перемываемых пород и составляет в среднем от 20 до 30 м<sup>3</sup> на один кубический метр перемываемых пород. Ответственным моментом является начальный этап – сдвиг пород массива с места и взвешивание материала в водной среде. Первоначальный объем единовременно сдвигаемых с места пород предопределяет вариант схемы инициирования аллювиального процесса и задает режим подачи воды в массив.

Условием сдвижения пород под напором водного фронта служит превышение динамического давления фронта водного потока над силами трения между частицами в массиве по плоскости сдвига. Силы сцепления частиц в этой области можно существенно ослабить за счет принудительной подачи избыточной воды в зону плоскости сдвижения или привести участок массива в разрыхленное состояние энергией взрыва. Кроме того, величина динамического давления потока может быть существенно увеличена еще до встречи с массивом, если повысить плотность среды, на-

пример в состав водной среды потока, будет введена твердая фаза. После того, как массив на начальном участке придет в движение, процесс можно считать запущенным. Далее подобие селевого потока будет протекать с интенсивностью, которая predeterminedена уклоном и объемом подачи воды.

Период времени нахождения перемещаемого материала в аллювиальном потоке является весьма критичным. Он необходим для обеспечения полной дезинтеграции материала массива. В этот период характер потока должен быть турбулентным. Для каждого конкретного массива россыпи продолжительность индивидуальна, в среднем составляет 5 - 7 минут.

Режимом самого потока, шероховатостью донной части русла, искусственными и естественными препятствиями в сечении потока и условиями осаждения можно с достаточной управляемостью задавать параметры вновь формируемых рудных тел. Формирование новых рудных тел - это заключительная фаза подготовки россыпи. Как и предыдущие операции, это также весьма ответственная. Осадкообразование предполагает постепенное снижение интенсивности потока с подготовкой различных зон к концентрации металла в зависимости от крупности частиц. Для фракций гравитационного золота и мелкого и тонкого золота, условия концентрации существенно отличаются. Следовательно, зоны их накопления должны быть локализованы в разных местах с разными условиями. В природе аллювиальный поток дает достаточно уверенную концентрацию и без особого управления, но только для золота гравитационной фракции крупности. Мелкое и тонкое золото природный аллювиальный процесс рассеивает. В зоне осаждения и концентрации

гравитационной фракции золота поток должен иметь ламинарный характер. Для этого подбирают участок долины с расширением и уменьшением уклона. Если подобранный участок не имеет достаточной длины, то возможно применение на этом участке контруклона для более быстрого снижения скорости потока. В поток, перед выходом на этот участок, осуществляют добавление воды. Расширение долины с небольшим уклоном позволит перевести поток в ламинарный режим, в котором произойдет осаждение частиц золота гравитационной крупности. Мелкое и тонкое золото вместе с глинистой фракцией в условиях ламинарного потока будет находиться во взвешенном состоянии. Для концентрации золота этого класса, как показывают результаты исследований, наиболее целесообразно применять флотационный режим. Добавление пенообразующих реагентов в поток позволит поднять этот класс частиц в верхний пенный слой потока и отвести в подготовленные отстойники.

Экологически технологическая схема освоения россыпи с аллювиальной подготовкой массива выглядит на первый взгляд неприглядной. Перемещение материала массива селевым потоком, является, бесспорно, экологически катастрофической ситуацией. Но ведь именно катастрофическими для природной среды представляются практически все горные работы. Вся территория горного отвода и на весь период эксплуатации месторождения представляет собой почти полностью деградированную зону. Существенную роль играет период времени, на который рассматриваемая территория подвергается техногенезу. Единовременное и масштабное воздействие экологически эквивалентно долговременной экс-

плуатации участка вдвое меньшей территории с традиционной технологией из-за более коротких сроков восстановления биоценоза. Причиной этому служит возможность восстановления нарушенной площади сразу по завершению процесса, причем в более короткие сроки, вследствие того, что структура переотложенного массива (в том числе и поверхностная его часть) более адаптивная даже без рекультивации (не перевернутая, как при дражной разработке). А объемы добычи и переработки по традиционной технологии сокращаются, как минимум, на порядок, что, во-первых, сокращает срок отработки, во-вторых, существенно уменьшает площадь загрязнения отходами переработки.

Применение аллювиальной технологической подготовки россыпи открывает возможность широкого вовлечения в эксплуатацию россыпных месторождений, рудопроявлений и техногенных объектов с низким со-

держанием металла, высоким коэффициентом вскрыши, практически любым содержанием глины в песках, рудными телами сложного строения. Аллювиальная подготовка имеет ряд основных достоинств:

- Позволяют на порядок сократить конечные объемы добычи и переработки песков. На подготовленных зонах концентрации отсутствуют вскрышные породы;
- Сокращает срок разработки месторождения;
- Обуславливает возможность раздельной концентрации фракций гравитационного и тонкого золота;
- Вновь формируемые рудные тела имеют четкие границы и не требуют проведения дополнительных детальных геологических изысканий;
- Для выемки и переработки песков используют эффективные традиционные технологические приемы и комплексы. **ГЛАВ**

### **Коротко об авторе**

*Михайлов А.Г. – ИХХТ СО РАН.*

*Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 14 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. В.С. Коваленко.*

