УДК 622.7

**Т.В. БАШЛЫКОВА, Г.А. ПАХОМОВА, Б.С. ЛАГОВ, А.Б. ЖИВАЕВА**
*Московский государственный институт стали и сплавов.*
*Научно-внедренческое предприятие «Центр экспертных систем технологического аудита»*

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДР

Предложен рациональный ряд технологических решений, направленный на повышение эффективности изучения и освоения месторождений и включающий семь этапов: прогнозную оценку контрастности руды в недрах, оценку контрастности добытой руды исходной крупности, оперативную технологическую оценку полученных сортов, рудоподготовку с применением аппаратов центробежно-ударного типа, максимальное использование гравитационных процессов с полным или частичным уходом от флотационных схем, обогащение технологических сортов, полученных при крупнокусковом обогащении, в отдельных циклах, применение биотехнологических методов.

Приведен комплекс инновационных технологий для золотосульфидных, золото-кварцевых, медно-серебряных руд и медных руд с золотой минерализацией. Разработанный рациональный ряд технологических решений использован при создании концепции развития сурьмяной промышленности Республики Саха (Якутия).

The rational sequence of technological solutions is proposed. The goal of these solutions consists in increasing of efficiency of study and exploration of deposits. The sequence of technological solutions is including seven stages: forecasting evaluation of ore contrast; evaluation of ore contrast of extracted ore of initial size; operative technological evaluation of getting sorts; application of vertical shaft impactors for ore preparation; maximal utilization of gravity devices and final or partial refusal from flotation flow sheets, valorization of technological sorts getting at valorization of large pieces in separates cycles; application of biotechnological methods.

Some innovation technologies for gold-sulfide, gold-silica, copper-silver ores and copper ores with gold mineralization are presented.

Developed rational sequence of technological solutions was used at the creation of the Concept of antimony industry development of Republic Sakha (Yakutia).

Минерально-сырьевой и горно-добывающий комплексы тесно связаны между собой. На механизм их взаимодействия и устойчивого развития, от эффективности которого зависит экономика нашей страны, активно влияют технологические решения, принимаемые на стадиях изучения и освоения минерально-сырьевых объектов.

Эффективность освоения любого минерально-сырьевого объекта напрямую зависит от полноты и достоверности его изучения. На стадии технологической оценки месторождения определяется не только его извлекаемая ценность, но и закладывается основа структуры будущего перерабатывающего предприятия: от цикла рудоподготовки до конечной продукции и утилизации отходов. Вещественный состав руды является доминирующим фактором в обосновании рационального комплекса технических и технологических решений, принимаемых на стадии освоения месторождения.

В работе предлагается рациональный ряд технологических решений, направленный на повышение эффективности оценки и освоения месторождений. Авторы, базируясь на опыте оценки более 300 минерально-сырьевых объектов, делают акцент не на комплексе, а именно на ряде технологических решений, подчеркивая тем самым важность их последовательного применения.

Для каждого конкретного месторождения или конкретной задачи недропользования разрабатывается индивидуальный ряд

технологических решений с учетом современного уровня развития науки и техники. Здесь описана основная модель ряда для общего случая труднообогатимого золотосульфидного сырья. Рассмотрим последовательность этапов:

1. Прогнозная оценка контрастности руды в недрах проводится с использованием данных первичного геологического опробования по разработанной методике (без отбора технологических проб) и подразумевает технологическое прочтение геологической документации. В результате выясняется возможность разделения руды на технологические сорта (богатую, рядовую, забалансовую, породу), создается первичная модель обогатимости руды.

2. Оценка контрастности добытой руды исходной крупности проводится на технологической пробе массой 500-1000 кг. Уточняются признак разделения руды, ее радиометрическая обогатимость, возможность крупнокускового разделения руды на технологические сорта, что позволяет сократить объем руды для последующего обогащения за счет выделения породы, забалансовой руды, а иногда и товарного концентрата (при переработке золотосульфидных руд).

3. Оперативная технологическая оценка полученных сортов использует полный комплекс современных методов технологической минералогии, включая компьютерный анализ изображений. В результате такой оценки устанавливается извлекаемая ценность по сортам, выбирается рациональная схема рудоподготовки и обогащения, оптимальное сочетание механических и химико-металлургических методов, что позволяет обосновать неизбежные технологические потери, связанные с текстурно-структурными особенностями вещества.

4. Рудоподготовка с применением аппаратов центробежно-ударного типа повышает степень селективности раскрытия золота; снижает выход шламов, уровень намола железа; потери золота за счет его развальцевания по мелющим телам, вдавливания в мягкое золото других минералов, деформации частиц золота. Основной эффект этого этапа – сокращение эксплуатационных затрат.

5. Полный или частичный уход от флотационных схем благодаря максимальному использованию гравитационных процессов, при рациональном сочетании современных аппаратов способствует извлечению частиц золота всего диапазона крупности и морфологии, обеспечивает не только максимальное извлечение золота в концентрат, но и резкое снижение объема материала для доводки.

Значительный эффект получен авторами при гравитации золотосульфидных руд: выделены в концентрат отсадки сульфиды крупностью от 5 мм и менее, селективно раскрытые в процессе центробежно-ударного дробления; свободное золото из чернового концентрата при доводке на столе СКО-1 извлечено в «золотую головку». Сульфидные концентраты с упорным золотом в дальнейшем подвергались бактериальному выщелачиванию.

Прирост извлечения золота при центробежно-ударном дроблении золотокварцевых и золотосульфидных руд в гравитационном цикле составил 9,4-10,0 % по сравнению с традиционным.

6. Обогащение технологических сортов, полученных при крупнокусковом обогащении, в отдельных циклах, как показали исследования, проведенные на ряде проб золотосодержащих руд, более эффективно, чем переработка исходной руды. При разделении медной руды с золотой минерализацией на фракции, различающиеся по технологическим свойствам, эффективность их обогащения (по Луйкену) колеблется от 18,8 % (фракция 1) до 95,1 % (фракция 7).

7. Применение биотехнологических методов рекомендуется для снижения сорбционной активности измельченной руды (особенно при наличии углистого вещества), кондиционирования «золотой головки» по вредным примесям, извлечения золота из сульфидов. Для интенсификации процесса использованы селективные бактериальные комплексы, экономичная питательная среда, эффективные аппараты и технические решения. Основные техни-

ческие и технологические решения по процессам бактериального выщелачивания зарегистрированы в отделе интеллектуальной собственности МИСиС как «ноу-хау» (всего 22 объекта).

Работа выполняется в рамках государственного контракта № 41.007.1.1.2722 от 31 января 2002 г. с Министерством промышленности, науки и технологий Российской Федерации на выполнение НИОКР по федеральной целевой научно-технической программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002-2006 гг. (блок «Поисково-прикладные исследования и разработки», раздел «Производственные технологии», подраздел «Горно-металлургический комплекс»), а также в рамках межотраслевой программы сотрудничества Министерства образования Российской Федерации и Министерства природных ресурсов Российской Федерации по направлению «Научно-инновационное сотрудничество» (раздел «Изучение и воспроизводство природных ресурсов для обеспечения потребностей экономики страны на принципах комплексного и рационального природопользования»).

Предлагаемый ряд инновационных технологий реализован в лабораторных условиях для золотокварцевых и золотосульфидных руд, медных руд с золотой минерализацией и медно-серебряных руд.

Разработанный рациональный ряд технологических решений использован при создании концепции развития сурьмяной промышленности Республики Саха (Якутия).

Внедрение разработанных технологий направлено на решение стратегической задачи недропользования: рационального и комплексного использования недр.

Каждый из разработанных этапов рационального ряда технологических решений явился результатом экспериментальных исследований проб, характеризующих различные типы руд. На ряде проб предлагаемый ряд реализовался по всем этапам в полном объеме, на ряде проб частично.