

УДК 38.59 (575.2) (04)

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДОБЫЧИ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

*Г.А. Савченко* – РУМЦ “Геотехнология”

*Л.И. Евтеева* – РУМЦ “Геотехнология”

*Е.М. Троценко* – РУМЦ “Геотехнология”

*В.И. Нифадьев* – акад. НАН КР

*Н.Н. Малыкова* – канд. геол.-минер. наук, доц.

*В.П. Зубков* – Гос. агентство по геологии и минеральным ресурсам

---

Main geotechnological methods of mineral resources extraction, using of which, taking into account the available mineral raw material's base will allow significantly increasing outturn of production, ensuring social progress in mining and reducing harmful impact of different raw materials on environmental conditions, are characterized. In this connection one offer a system of education, which will allow in a short period of time to prepare specialists for introducing hydrotechnological methods of minerals extracting in the Kyrgyz Republic.

Известно, что основой современного научно-технического и социального прогресса является минеральное сырье. Однако минеральные ресурсы ограничены и невозполнимы. Поэтому сегодня основное значение придается бедным и глубокозалегающим месторождениям, имеющим неблагоприятные горнотехнические условия для разработки традиционными горными методами.

Рентабельная разработка таких месторождений возможна *геотехнологическими методами*, т.е. методами добычи, основанными на переводе полезных ископаемых в подвижное состояние посредством осуществления на месте его залегания в недрах тепловых, массообменных, химических и гидродинамических процессов.

В настоящее время в мировой практике наибольшее применение нашли следующие основные геотехнологические методы:

➤ *подземное выщелачивание* – метод добычи полезных ископаемых избирательным растворением их химическими реагентами

на месте залегания с извлечением на поверхность продуктивных растворов. Подземное выщелачивание относится к фильтрационным процессам и основано на химических реакциях “твердое тело – жидкость”. В основном оно применяется для добычи цветных, редких и радиоактивных металлов;

➤ *подземное растворение* – метод добычи полезных ископаемых растворением его на месте залегания. Применяется для разработки соляных месторождений и создания подземных емкостей;

➤ *подземная выплавка* – метод добычи легкоплавких минералов посредством подачи теплоносителя по скважинам в залежь и извлечение полезного ископаемого на поверхность в виде расплава. Применяется при добыче серы (метод Фраша), вязких углеводородов;

➤ *подземная газификация* – метод добычи полезных ископаемых путем перевода их

в газообразное состояние. Например, подземный термохимический процесс перевода угля в газ, пригодный для энергетических и химико-технологических целей, идея которого принадлежит Д.И. Менделееву (1888);

- *скважинная гидродобыча* – метод добычи, основанный на приведении полезного ископаемого в подвижное состояние путем гидромеханического воздействия и выдачи в виде гидросмеси на поверхность.

Применение этих методов, являющихся в определенных условиях альтернативой традиционным горным способам, позволяет значительно увеличить минеральные ресурсы, обеспечивает социальный прогресс в горном деле, уменьшает вредное воздействие добычи сырья на природные условия.

Минерально-сырьевая база Кыргызской Республики за последнее десятилетие существенно сократилась. Причем не из-за интенсивной отработки запасов, а в связи с тем, что новые экономические требования к качеству минерального сырья и экологическому обеспечению безопасности освоения месторождений значительно сузили перечень рентабельных для отработки объектов.

В этих условиях *принципиальное значение* имеет внедрение в Кыргызской Республике таких технологий эффективной добычи полезных ископаемых, особенно благородных металлов, которые обеспечивают при более низких расходах по сравнению с традиционными методами увеличение объемов получаемой продукции.

Несомненно, что к ним в первую очередь относится *кучное выщелачивание (КВ)* золота, серебра, меди, урана и других металлов не только из первичных руд, но и из техногенных отходов горных производств (старых отвалов и хвостохранилищ), содержащих эти металлы.

В последние годы методы кучного выщелачивания урановых, медных, молибденовых, золотых и серебряных руд получили широкое распространение в ряде стран. Особенно большой опыт такого выщелачивания золото-серебряных руд накоплен в США, Австралии и Канаде. Интерес к кучному выщелачиванию объясняется тем, что эта технология, обладая рядом достоинств, является предпочтительной

по отношению к традиционным технологиям. При использовании кучного выщелачивания:

- отсутствуют энергоемкие и материалоемкие операции — измельчение руд и их обогащение;
- малооперационность технологических процессов обуславливает существенное снижение как капитальных, так и эксплуатационных затрат;
- за счет исключения из объектов капитального строительства обогатительных фабрик с комплексом оборудования (мельницы, концентрационные столы, сепараторы, флотомашин, сгустители и т.д.) значительно уменьшаются капитальные затраты;
- текущие эксплуатационные затраты снижаются в результате сокращения объема используемой технической воды (обычно удельные расходы воды на 1 т руды в обогатительных процессах на два порядка выше, чем при кучном выщелачивании);
- снижаются требования к качеству исходного материала, что способствует расширению сырьевой базы за счет вовлечения в эксплуатацию забалансового сырья (небольшие по размеру месторождения, отвалы, хвосты обогатительных фабрик и гидрометаллургических заводов).

За последние 10 лет с 1989 по 1998 г. во всем мире получено 22822,3 т золота, в том числе в 1989 г. – 2063 т, в 1998 г. – 2555,4 т. Годовой прирост добычи за 10 лет составил 492,4 т. В США за этот же период получено 3214,8 т, в том числе в 1989 г. – 265,7 т, в 1998 г. – 364,4 т, т.е. годовой прирост добычи за 10 лет составил 98,7 т.

Столь высокие темпы прироста производства в мире, и особенно в США, объясняются широким внедрением кучного выщелачивания в практику золотодобычи. Относительно небольшой стартовый капитал для организации производства, применение цианидной технологии, имеющей определенные достоинства, себестоимость получаемого золота на уровне 150–280 дол., при мировой цене 290–380 дол. за тройскую унцию, способствовали внедрению метода в практику работы золотодобывающих предприятий многих стран.

Наибольшее количество участков кучного выщелачивания золота в настоящее время известно в США, что объясняется рядом благоприятных факторов: наличием пригодных для этой технологии золотосодержащих руд, большого научного и практического опыта, накопленного более чем за тридцать лет работы. По разным оценкам в США в разное время насчитывалось от 80 до 120 полигонов. Большой опыт позволяет сегодня компаниям США активно создавать и реализовывать проекты в различных регионах мира.

Ярким примером организации кучного выщелачивания золота по совместной эксплуатации бедных и забалансовых руд является отработка отвалного материала на месторождении Мурунтау (Узбекистан) по проекту “Зарафшан-Ньюмонт”. За короткое время здесь было создано крупное предприятие с годовой добычей около 14 т золота.

Отмечается широкое проникновение золотодобывающих компаний США в страны Латинской Америки. Удельный вес акций, принадлежащих американским компаниям, находится в пределах 37–50%. Активно внедряется кучное выщелачивание золота в странах Латинской Америки (Перу, Чили, Аргентина, Мексика).

Годовой прирост добычи золота в Австралии составил 110 т в результате (1969–1998 гг.) использования в течение 10 лет кучного выщелачивания.

Растет число полигонов кучного выщелачивания золота в странах Африки и Азии (Гана, Саудовская Аравия, Судан, Филиппины, Папуа-Новая Гвинея и др.).

Достаточно успешно применяется метод и в России. Так, на базе хвостов обогатительных фабрик ОАО “Южуралзолото” в течение пяти лет ТОО “Колорадо” извлекало золото. Успешно работают предприятия кучного выщелачивания на месторождениях Муртыкты (Башкирия), Кировское (Южный Урал, ОАО “Полиметалл”). В сложных условиях Чукотки ИФ “Чукотка” опробовала комбинированную технологию сочетания гравитационного обогащения с кучным выщелачиванием на месторождении Сопка Рудная. Зимой 1999–2000 гг. работал штабель кучного выщелачивания на месторождении Покровское. Старательская

артель “Селигдар” (Алдан, Республика Саха-Якутия) перерабатывает этим методом руды месторождения Лопуховское.

В 2000 г. введены в эксплуатацию предприятия кучного выщелачивания на месторождениях Воронцовское (Урал, ОАО “Полиметалл”), Самолазовское (Алдан, Республика Саха-Якутия, старательская артель “Селигдар”), Дельмачик (Забайкальский ГОК). Методом кучного выщелачивания проектируется освоение Куранахской группы месторождений. В суровых климатических условиях Якутии планируется небывало высокая годовая производительность по руде (до 20 млн. т).

Уверенно наращивают добычу золота Перу и Узбекистан и в ближайшее время могут догнать Россию и даже потеснить ее в списке основных производителей.

Кыргызская Республика также может рассчитывать на внедрение и использование этого метода при освоении золоторудных месторождений. Сегодня в республике известно более 95 месторождений золота, из них штокверковые составляют 16%, минерализованные зоны – 39% и жильные – 45%.

Запасы и ресурсы золота на 95 месторождениях, рассчитанные суммарно по категориям В+С+Р, составляют 2840 т. По запасам золота выделяют крупные (с запасами более 70 т) – 10%, средние (с запасами от 20 до 70 т) – 20% и мелкие месторождения (с запасами менее 20 т) – 70%.

Изучение пригодности месторождений для освоения данным методом в зависимости от их формационной принадлежности показало, что значительная их часть (около 40%) по минеральному составу относится к весьма благоприятным и благоприятным для кучного выщелачивания формациям (золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой). Большинство же из них представляет неблагоприятную золото-сульфидную формацию. Хотя исследования, выполненные на окисленных рудах последней, говорят о реальной возможности выщелачивания таких руд с извлечением золота на уровне 70%.

Большинство месторождений Кыргызстана с убогосульфидными и малосульфидными рудами и даже часть умеренно сульфидных руд (окисленные руды), в зависимости от ко-

личества сульфидов в рудах, могут быть отнесены к объектам, которые могут осваиваться с применением кучного выщелачивания.

По морфологическим особенностям среди золоторудных месторождений по степени их благоприятности выделено три основных типа. К благоприятным морфологическим типам (штокверки и минерализованные зоны) для отработки указанным методом относится около 55%, а к жильному, наиболее неблагоприятному – около 45% всех месторождений.

Таким образом, укрупненный анализ сырьевой базы золота показывает, что на территории Кыргызской Республики имеется достаточное количество месторождений золота, пригодных для использования этого прогрессивного метода. Возможность его внедрения с использованием цианидов подтверждается данными лабораторных испытаний, выполненных в ЦНИЛ АО “КГРК” и ряде других лабораторий. Так, из руд месторождения Ункурташ в зависимости от крупности материала извлечение золота достигает 76,0–81,0%, из руд месторождения Андагул – 90,6–93,7%, месторождения Тохтазан – 89,3–93,7%, месторождения Чаарат – более 80%. В ЦНИЛ АО “КГРК” также разработана технология раздельного кучного выщелачивания меди и золота из золотосульфидных руд. С её использованием из окисленных сульфидных руд месторождения Куру-Тегерек раздельным выщелачиванием извлечено до 92% меди, 84% золота и до 92% серебра.

Следует отметить, что ещё в 90-х годах прошлого столетия АО “КГРК” проводили лабораторные исследования и опытные полевые работы по выщелачиванию золота с использованием гипохлорита натрия на месторождениях Кумтор, Талдыбулак Левобережный, Андаш и Джеруй. При этом было установлено, что для отдельных видов руд (Андаш, Кумтор) выщелачивание золота растворами активного хлора (оксихлоридов, гипохлорита) можно рассматривать как альтернативное цианидному выщелачиванию.

Однако в условиях Кыргызской Республики, являющейся высокогорной страной с резкорасчлненным рельефом, достаточно суровым климатом и слабо развитой дорожной инфраструктурой, применение этого метода, несомненно, будет осложнено в связи с распо-

ложением большинства месторождений на значительном удалении от промышленных центров, на крутых склонах гор, приосевых частях хребтов или же в глубоких днищах речных долин. Например, большинство месторождений находится в интервале абсолютных высот 1400–4200 м, при этом около 55% запасов золота сосредоточено в зоне вечной мерзлоты на высотах более 3000 м.

Опыт золотодобывающих предприятий России и других стран, использующих технологию кучного выщелачивания в не менее суровых климатических условиях, значительные запасы и прогнозные ресурсы золота, многочисленность мелких и средних месторождений золота на территории республики, стабилизация и рост мировой цены на золото и начавшиеся изменения в сторону улучшения инвестиционного климата в Кыргызстане – все это дает основание оптимистично смотреть на развитие золотодобывающей промышленности и, в частности, на увеличение производства золота данным методом. При этом дополнительный прирост добычи золота может быть получен за счет освоения и внедрения технологии кучного выщелачивания на рудных месторождениях.

В настоящее время в Кыргызстане появляются первые горнодобывающие компании (казахская корпорация “АБС”, канадская компания “Баррик Голд”), которые совместно с АО “Кыргызалтын” планируют при освоении некоторых месторождений золота использовать метод кучного выщелачивания.

Минерально-сырьевая база Кыргызской Республики, кроме золота, представлена другими полезными ископаемыми, отработку которых можно вести упомянутыми способами: подземного выщелачивания, подземного растворения, подземной выплавки, подземной газификации или скважинной гидродобычи. Это – медь из зон окисления золото-медных сульфидных месторождений, уран и редкоземельные элементы из пластово-инфильтрационных месторождений, забалансовых участков или материала хвостов переработки радиоактивных и редкоземельных руд, месторождения каменной соли, самородной серы, каменного и бурого угля, строительного песка и др.

В этой связи назрела необходимость в подготовке в Кыргызстане специалистов-геотехнологов, которая должна осуществляться по всем перечисленным направлениям в двух разных уровнях одновременно.

Первый уровень – это обучение и выпуск инженеров-геотехнологов с углубленной специализацией по одному из методов геотехнологии и подготовка инженеров-химиков со специализацией в области геотехнологических методов. При этом подготовка инженеров может осуществляться на базе Кыргызско-Российского Славянского университета с образованием специальной кафедры и привлечением к преподаванию профессорско-преподавательского состава Московского Государственного горного университета, Томского политехнического университета, готовивших химиков, технологов и геотехнологов ещё в советское время, и специалистов АО “Кара-Балтинский горнорудный комбинат” (КГРК), имеющих богатый опыт освоения комплексных уран-редкоземельных месторождений одним из методов геотехнологии – метода скважинного подземного выщелачивания (СПВ).

Второй уровень – это организация и проведение постоянно действующего обучения

специалистов среднего технического персонала: операторов геотехнологических рудников, аппаратчиков геотехнологических установок, лаборантов геотехнологических рудников и др. Обучение специалистов второго уровня может производиться в ОсОО “Региональный учебно-методический центр “Геотехнология” (РУМЦ), поскольку он готовит специалистов среднетехнического уровня на базе Центральной научно-исследовательской лаборатории (ЦНИЛ) АО “КГРК” для рудников подземного выщелачивания НАК “Казатомпром” (Казахстан). При этом в качестве учебных полигонов для получения и закрепления практических навыков обучаемых могут использоваться хвостохранилища и рудные отвалы действующих (АО “КГРК”, “Макмалзолото” и др.) или законсервированных предприятий (Майли-Су, Майли-Сай и др.), где могут быть организованы совместные учебно-производственные предприятия.

Предлагаемая система обучения позволит в достаточно короткие сроки подготовить специалистов-геотехнологов для реализации внедрения геотехнологических методов добычи полезных ископаемых в Кыргызской Республике.