© А.А. Пешков, Н.А. Мацко,
А.Г. Михайлов, В.И. Брагин,
И.И. Вашлаев, 2006

УДК 622.271

А.А. Пешков, Н.А. Мацко, А.Г. Михайлов,
В.И. Брагин, И.И. Вашлаев

АНАЛИЗ СРЕДСТВ АКТИВАЦИИ МАССОПЕРЕНОСА В ЗОНЕ ДЕПРЕССИОННОЙ ВОРОНКИ

Неделя горняка-2005 семинар № 12

Разработка месторождения открытым способом сопровождается осушением массива с формированием депрессионной воронки вокруг горных выработок. Для существующих технологических решений водоотлив является неотъемлемым условием проведения выемочных работ. В зависимости от проницаемости пород осушение может охватывать массив диаметром до нескольких километров. Ведение горных работ нарушает естественный гидрогеологический режим массива. Изменение гидрогеологического режима, в целом, отрицательно сказывается на природной среде, нарушая равновесие в массиве и лишая привычных условий жизнедеятельности на земной поверхности. Однако зона интенсивных течений подземных вод в породах в области депрессионной воронки может послужить дополнительным ресурсом для осуществления более полного извлечения полезных компонентов из недр. Как правило, рудные тела месторождений оконтуривают по значениям минимально промышленного содержания. По этим контурам проводят выемку руды в массиве. За пределами экономического интереса могут оказаться и, практически, оказываются значительные объемы полезных ископаемых. В то же время, дополнительный гидрогеологический ресурс в зоне действия депрессионной воронки не используется даже для частичного извлечения полезных компонентов.

Использование природного ресурса, представленного подземными водами в зоне депрессионной воронки, связано с предварительным направленным преобразованием недр. В основе этого подхода лежат техногенно инициированные геологические процессы преобразования и переноса вещества [1, 2, 3].

Для возможного извлечения полезных ископаемых из недр в зоне локализации депрессионной воронки был рассмотрен ряд принципиальных вариантов, которые могли бы гармонично вписываться в рамки существующих технологических решений разработки месторождений. Были рассмотрены принципиальные решения без конкретной привязки к месторождениям с целью акцентирования внимания на самом подходе без технической и технологической детализации.

Наиболее перспективно, на наш взгляд, использовать интенсивные течения подземных вод для процесса выщелачивания металла вокруг горных выработок, предназначенных для осушения рабочей зоны. Объектом воздействия являются забалансовые руды, например, в бортах карьера.

При достижении карьером глубины, близкой к конечной, рудные участки, оставшиеся в бортах карьера выше поверхности депрессионной воронки, оказываются в осушенной зоне (рис. 1). Полезный компонент из рудных концентраций забалансовых запасов в бортах карьера может быть извлечен выщелачиванием, т.е. посредством реагентов переведен в раствор

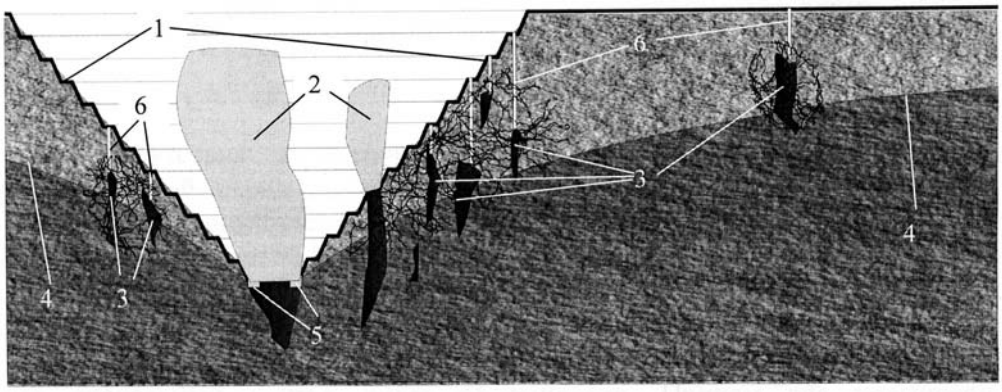

Рис. 1. Схема выщелачивания металла из бортов карьера по окончании ведения горных работ: *1* - предельный контур карьера; *2* - балансовые руды месторождения; *3* -забалансовые руды; *4* - поверхность депрессионной воронки; *5* - геохимический барьер; *6* - скважины для подачи выщелачивающих реагентов

и в виде жидкой фазы выведен из массива в карьерное пространство вместе с подземными водами. Далее полезный компонент осаждают на геохимическом барьере, а воду удаляют посредством водоотлива. Для повышения проницаемости пород и скорости выщелачивания забалансовых руд область массива с концентрацией полезных компонентов подвергают взрывному рыхлению. Затем подготовленный массив через скважины орошают выщелачивающими реагентами. Орошение проводят через верхнюю зону подготовленного массива. Реагенты, переводя полезные компоненты в жидкую фазу, самотеком стекают вниз до поверхности депрессионной воронки и вливаются в общий поток подземных вод. Вместе с общим потоком растворенные полезные компоненты поступают в карьерное пространство на уровне водоотлива. Весь объем подземных вод пропускают через геохимический барьер. Растворенный металл осаждается, формируя новое рудное тело, которое впоследствии добывают и перерабатывают. По существу, при разработке кондиционных руд осуществляется инфильтрационное формирование нового рудного тела, параметры которого в наибольшей степени соответствуют существующим технологическим принципам добычи полезных ископаемых.

Подготовку и выщелачивание металла из участков забалансовых руд в бортах карьера можно осуществлять и до того момента, когда поверхность депрессионной воронки опустится ниже уровня их размещения. Совмещение во времени отработки как балансовых, так и забалансовых руд месторождения в некоторой степени усложняет основную технологию за счет присутствия геохимического барьера на дне карьера и его периодической передислокации вместе с переносом водоотлива. Однако преимущества, выражаемые в возможности увеличения объемов извлечения полезных компонентов без изменения основной производственной мощности добычи балансовых руд, являются весьма привлекательными. Применение этого варианта может быть организовано следующим образом (рис. 2). Рудные зоны в борах карьера подвергают взрывному рыхлению еще до того, как предельный контур будет сформирован. Причем для повышения интенсивности процесса выщелачивания, рыхлению вместе с массивом зоны рудной концентрации подвергают и породу самого борта вплоть до предполагаемого контура карьера. Это обусло-

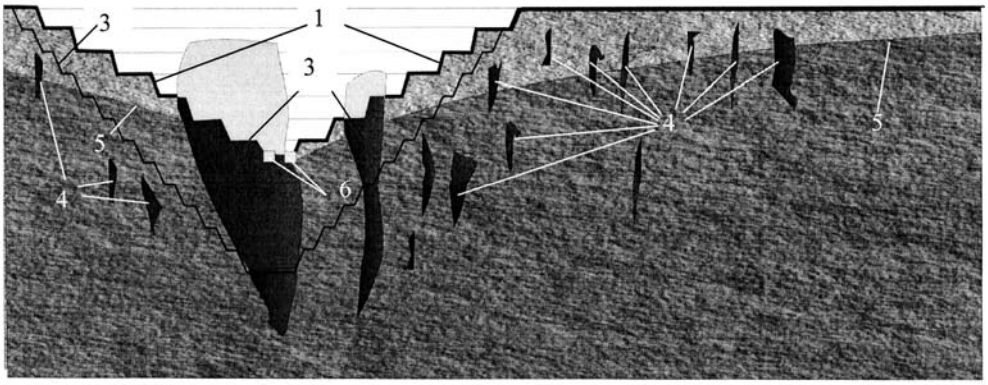

Рис. 2. Схема выщелачивания металла из бортов карьера в процессе разработки месторождения: *1* - текущий контур карьера; *2* - предельный контур карьера; *3* - балансовые руды месторождения; *4* - забалансовые руды; *5* - поверхность депрессионной воронки; *6* - геохимический барьер

вит повышенную проницаемость пород всего борта, что позволит увеличить скорость потока подземных вод на подготовленном борте карьера. Изменение проницаемости пород какого-либо участка борта карьера перераспределит потоки подземных вод, пропуская через этот участок воду из сопредельных с ним областей массива. В ряде случаев возможность ускоренного выщелачивания и извлечения компонентов является важным фактором, особенно при высокой скорости понижения горных работ. Пока депрессионная воронка будет перемещаться сверху вниз по массиву вслед за понижением дна карьера, полезные компоненты должны быть выщелочены. Таким образом, вариант совмещения основной разработки месторождения с выщелачиванием полезных компонентов из бортов карьера позволит обеспечить их полное извлечение по завершению горных работ на месторождении.

С увеличением глубины разработки месторождения использование гидрогеологического ресурса позволяет охватывать все более значительные участки недр. Уровень эффективности попутного извлечения полезных компонентов из массива в зоне депрессионной воронки существенным образом зависит от затрат на подготовку участков для выщелачивания, стоимости применяемых реагентов, затрат на осаждение на геохимическом барьере и его последующее извлечение и переработку. При использовании дешевых реагентов, обеспечивающих высокую скорость растворения полезных компонентов в массиве без предварительного их рыхления, возможно применение вариантов выщелачивания с подачей реагентов непосредственно с поверхностной области (с приповерхностных обнажений депрессионной воронки), что обусловит выщелачивание всех концентраций полезных компонентов в массиве без проведения предварительной разведки и последующей подготовки.

В целом, использование гидрогеологического ресурса недр в условиях разработки ряда месторождений позволит повысить уровень извлечения полезных компонентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пешков А.А., Мацко Н.А., Михайлов А.Г., Братин В.И.* Экономические и экологические аспекты концепции активной геологии.// Экология антропогена и современности: природа и человек. Сборник научных докладов международной конференции (Волгоград-Астрахань-Волгоград, 24 - 27 сентября 2004 г.), СПб.: Гуманистика, 2004. – С. 366-371.

2. *Брагин В.И.* Ресурсозамещение в процессах активной геологии. // Там же. - С. 372 - 376.

3. *Михайлов А.Г.* Техногенное инициирование процессов активной геологии. // Там же - С. 377-380.

Коротко об авторах

Пешков А.А.- заведующий отделом, член-корреспондент РАН,
Мацко Н.А. - ведущий научный сотрудник, доктор технических наук,
Институт комплексного освоения недр РАН;

Михайлов А.Г. - заведующий лабораторией, доктор технических наук,
Брагин В.И. - ведущий научный сотрудник, доктор технических наук,
Вашлаев И.И. - старший научный сотрудник, кандидат технических наук,
Институт химии и химической технологии СО РАН.

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА им. Д.А. КУНАЕВА МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ, ИНДУСТРИИ И ТОРГОВЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН			
КОКЕТАЕВ Аскарбек Ильясович	Научные основы моделирования шахтных вентиляционных сетей в режиме катастрофических отказов	05.26.01	д.т.н.