

УДК .622.235.4002.2

В.Н. Анисимов

***К КОНЦЕПЦИИ МАЛООПЕРАЦИОННОЙ
РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ
ВЗРЫВНОЙ РУДОПОДГОТОВКИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ
КВАРЦИТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ
ВОЛНОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ***

Семинар № 3

Существующий процесс рудоподготовки является весьма энергоёмким и дорогостоящим, поскольку дробление и измельчение руд сопровождается большими затратами. Доля затрат при производстве концентрата на измельчение составляет до 70 % от всего передела при крайне низкой полезной работе мельниц (особенно низкая эффективность их работы в третьей стадии измельчения порядка 2 %).

Если в процессе рудоподготовки не обеспечивается необходимая избирательность дробления и степень раскрытия железосодержащих минералов, то это приводит к неполному извлечению металла, значительным его потерям в хвостах обогащения (от 7 до 15 % общего железа и до 2 % магнетитового).

В работе [1] отмечено, что для улучшения раскрытия минералов могут быть использованы механические, термический, акустический и другие способы воздействия, которые должны вызвать слияние дислокации, зарождение и развитие микротрещин, концентрацию микродефектов по границам зерен.

В работах [2, 3] отмечено влияние магнито-импульсной обработки в условиях обогатительных фабрик на измельчаемость и обогатимость минерального сырья на последних стадиях процесса обогащения. Известна обработка руды, находящейся в разрушенном состоянии, при помощи мощных генераторов импульсов то-

ка и напряжения при движении горной массы по ленточному конвейеру или в пульповоде. Ранее исследования в этом направлении уже проводились в институте Геологии Чехословацкой Академии наук, в нашей стране в институте «Уралмеханобр» и в условиях Кривбасса ещё в начале 70-х годов прошлого века. Однако это направление исследований, как ранее так и сегодня, не может решать проблему ресурсосбережения кардинально. На последних стадиях традиционного обогатительного передела, где при КПД мельниц порядка 2 % для раскрытия рудных минералов используется ничтожная доля энергии, остальная энергия это в основном тепловые потери в трансмиссиях и пр. Метод МИО в основном эффективен для размагничивания и разделения флокул перед магнитной сепарацией и не может оказывать существенного влияния на снижение энергозатрат передела.

В концептуальном плане представляет интерес создание малооперационной ресурсосберегающей технологии рудоподготовки основанной на предварительном ослаблении прочностных свойств рудного массива. Впервые работы в этом направлении были начаты в 1985 г. В работе [4] отмечается влияние ЭМП на свойства массива (снижение прочностных свойств косвенно оценены по скорости бурения) уже на стадии ведения буровзрывных работ на долю которых приходится всего до 6 % энергозатрат передела руды.

Сопоставление основных особенностей различных способов воздействия на руду позволяет отметить, что наиболее технологичным в настоящее время пока является взрывной способ нагружения, которому руда подвергается уже в процессе ее взрывной отбойки от массива в карьере или руднике. Взрывное нагружение позволяет обеспечить необходимую интенсивность и кратность нагрузок, высокую скорость их приложения, способствующую снижению пластических деформаций и соответствующих потерь энергии, то есть отвечает основным требованиям рациональной организации процесса раскрытия минералов. Несмотря на достаточно низкий КПД взрыва (3-5 %) для осуществления этого способа воздействия не требуется создание дополнительных энергоемких установок и устройств, он не усложняет технологию рудоподготовки. Однако в настоящее время в связи с повышением требований по снижению уровней техногенного воздействия массовых взрывов на окружающую среду потребуются дополнительные мероприятия по сокращению пылегазовых выбросов неизбежно возникающих при диспергировании массивов.

Изменения структуры минералов, вызванные взрывным нагружением обусловлены взаимодействием волн напряжений с несовершенствами кристаллической решетки в объеме минералов и по границам зерен сегодня известны.

Анализ результатов исследования показывает, что увеличение энергонасыщения массива в приосевых зонах (не только за счет увеличения удельного расхода ВВ но и за счет перераспределения энергии упругих волн в сложноструктурных элементах массива) может обеспечивать повышение качества концентрата при необходимой степени раскрытия рудных минералов, то есть на более ранней стадии измельчения.

В настоящее время для кардинального решения проблем рудоподготовки сложноструктурных массивов железистых кварцитов требуется изыскание новых на-

правлений совершенствования существующей и разработка принципиально новой техники и технологии переработки железорудного сырья. Целью и направлением исследований является более существенное снижение энергозатрат процессов дробления, измельчения и повышения показателей извлечения полезных компонентов при одновременном снижении интенсивности техногенной нагрузки и экологического риска

Одним из путей (как показывают исследования, проведенные в МГИ в 1986 г.) является комбинированное воздействие на железистые кварциты ЭМП и динамических волновых нагружений. В последующих исследованиях была установлена возможность использования ударного воздействия взрывчатых веществ и импульсных ЭМП для интенсификации процесса разрушения горных пород, что в дальнейшей технологической переработке обеспечивает более полное извлечение минералов и снижение энергозатрат.

При наложении импульсного ЭМП на железистые кварциты, представляющие собой неоднородную слоистую полупроводящую среду, осуществляется развитие дефектов на микро и макроуровнях. В поликристаллическом материале соседние зерна могут иметь различные кристаллографические направления по отношению к направлению деформации и вследствие этого получить при деформации образца напряжения различной величины. Т.е. может иметь механизм, приводящий к тепловым потерям. Наибольшие потери имеют место при определенной частоте поля. Значение этой частоты зависит от размеров кристаллического зерна и от теплопроводности среды.

Указанный выше механизм может иметь место в результате возникновения таких явлений как электро- и магнитострикция, скинэффект, термомагнитоупругие эффекты и др. При этом на дефектах возникают механические напряжения сжатия и растяжения с частотой поля, кото-

рые как бы "раскачивают" краевую часть имеющихся дефектов и создают новые.

Наиболее ослаблены связи на границах различных минералов и зёрен минералов, например магнетита и кварца и поэтому на контактах этих минералов возникает наибольшее число дефектов, укрупняются имеющиеся, раскрываемые ударной взрывной волной в момент наложения ЭМП за счёт концентрации на них механических напряжений.

Известно, что:

- при прохождении волны напряжения от взрыва скважинных зарядов при напряжении во фронте волны порядка 150-300 МПа на 6-10 радиусах заряда наблюдается разупрочнение микроструктуры железистых кварцитов;

- по известным данным оценка полной энергии, затраченной на создание всех новых поверхностей в пределах зоны разрушения (диспергирования) показывает, что она составляет лишь не более нескольких процентов энергии взрыва. Остаточная энергия продуктов взрыва в полости к моменту достижения его максимальных размеров для различных горных пород и источников взрыва колеблется в диапазоне 10–20 % потенциальной энергии. Остальные 70–80 % сосредоточены в виде тепловой энергии в разрушенной среде, которые до настоящего времени считались

- взрывание зарядов ВВ сопровождается электромагнитным импульсным излучением, источниками которого являются в одном случае - движение ионизированного газа, образовавшегося в результате окисления ВВ. во втором случае - образование трещин в разрушаемом массиве горных пород, которое сопровождается излучением в пространство электромагнитного поля. Оба эти явления относятся к малоизученным, однако имеющиеся о них сведения достаточны для того, чтобы определить время их появления и очерённость;

- при взрывном воздействии на среду, обладающую пьезоэлектрическими

свойствами, само рудное тело преобразует энергию упругой волны в электромагнитного (механоэлектрические явления). Напряженность поля сигналов в источнике составляет 10^5 - 10^6 В/см. Частота излучения 1-1,5 МГц.

Но анализ имеющихся отечественных и зарубежных данных показывает, что глубоких исследований по влиянию и управлению электромагнитной компоненты поля при мощных взрывах на процессы ослабления и разрушения связей рудного массива, до настоящего времени не проводилось, что является одним из объектов и задач исследования. Автором предложено ряд технических решений проходящих испытания в лабораторных и полигонных условиях, а также сопутствующих эффектов сопровождающих взрыв ВВ в массиве.

Исследуется дополнительный эффект влияющий на процессы разрушения (ослабления) который получен за счёт перемагничивания исследуемых образцов при изменении направления вектора индукции внешнего магнитного поля за счёт возникновения в т.ч. термомагнитоупругих эффектов.

Установлено, что обработка железистых кварцитов в комбинированном ЭМП и динамическом волновом воздействии на них с градиентом напряжённости магнитного поля порядка 20-40 кЭ длительностью действия ЭМП порядка-100 мкс и напряжение во фронте механической волны порядка 300 МПа приводит к следующим результатам:

- после измельчения обработанных образцов в комбинированном поле динамических волновых воздействий выход класса 0,074 мм увеличился в среднем на 10 % по сравнению с контрольными образцами

- взаимная ориентация механической волны напряжения и электромагнитного поля влияет на выход класса - 0,074 мм после их измельчения, причем наибольший эффект достигается при перпендикулярном ориентировании вектора индукции магнитного поля и рас-

пространения механической волны напряжения.

Результаты исследований позволили сделать вывод о высокой перспективности применения комбинированного воздействия импульсов напряжений, генерируемых взрыванием скважинных зарядов с ЭМП с целью разработки малооперационной ресурсосберегающей технологии диспергирования массива.

Повышение показателей взрывной рудоподготовки сложноструктурных массивов железистых кварцитов можно достичь путём:

- перераспределения энергии взрыва в соответствии с геологическим строением массива;
- подвигания фронта работ в направлении параллельном осям складок. Врубы располагают в приосевых зонах синклиналей; отбойку ведут под углом к осям синклиналей, а детонацию вглубь массива осуществляют в направлении соседней антиклинали, при этом в приосевых зонах синклиналей и антиклиналей создают большее энергонасыщение мас-

сива; при наличии двух и более врубов их инициирование осуществляет одновременно с интервалом замедления, обеспечивающим взаимодействие динамических волновых воздействий групп, зарядов ВВ;

- оптимальной ориентацией вектора потока энергии взрыва относительно структурных элементов массива, что позволяет достигнуть согласования уровня энергонасыщения разрушаемого объема пород с структурно-текстурными особенностями, прочностными характеристиками;

- повышения качественных показателей обогащенного передела.

Взаимодействие импульсов, генерируемых скважинными зарядами и одновременное наложение электромагнитного поля при разрушении массива железистых кварцитов обеспечивают улучшение технологических показателей последующего передела рудной массы и снижение потерь железа в хвосты ОФ, решение геоэкологических проблем добычи и последующей переработки полезных ископаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ревнивцев В.И. О рациональной организации процесса раскрытия минералов в соответствии с современными представлениями физики твердого тела. Труды Механообра, вып. 140., Л., 1975, с.153-164.

2. Исследование влияния магнито-импульсной обработки на измельчаемость и обогатимость минерального сырья. Уралмеханообр 1976.

3. Гончаров С.А., Ананьев П.П., Бруев В.П. Разупрочнение железистых кварцитов методом им-

пульсной электромагнитной обработки. Горный журнал. 2004. №1.

4. «Совершенствование техники и технологии взрывного комбинированного дробления железистых кварцитов и одновременного разупрочнения межзерновых связей высокочастотным электромагнитным полем» Отчёт НИР МГИ, 1986 Г.

5. Анисимов В.Н. Семёнов В.В. Взрывная рудоподготовка сложноструктурных массивов железистых кварцитов Горный журнал №6 2003 г.

Коротко об авторах

Анисимов В.Н. – Московский государственный горный университет.