

УДК 622.81:53

В.Н. Анисимов

**КОНЦЕПЦИЯ МАЛООПЕРАЦИОННОЙ
РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ
ВЗРЫВНОЙ РУДОПОДГОТОВКИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ
КВАРЦИТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ
ИМПУЛЬСНЫХ ВОЛНОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Семинар № 3

Существующий процесс рудоподготовки является весьма энергоемким 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 степени 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.

Еще в конце 60-х, начале 70-х годов прошлого века исследования по магнитно-импульсной обработке (МИО) руд проводились в институте Геологии Чехословацкой Академии наук, в нашей стране в институте «Уралмеханобр» а также в условиях, Кривбасса на Украине. Цель исследований – определение, влияние магнитно-импульсной обработки в условиях обога-

тительных фабрик на измельчаемость и обогатимость минерального сырья. Следует отметить, что не смотря на то, что на последних стадиях процесса обогащения МИ обработка руды, находящейся в разрушенном состоянии при движении, по ленточному конвейеру или в пульповоде, в настоящее время не вызывает сколь либо существенных технических трудностей, (при использовании мощных генераторов импульсов тока и напряжения) однако это направление исследований концептуально не верно, так как изначально не решает проблему ресурсосбережения, на наиболее энергоемких последних 3-х стадиях обогатительного передела, где при КПД мельниц порядка 2 % для раскрытия рудных минералов используется ничтожная доля затрачиваемой энергии. Остальная энергия теряется в основном в трансмиссиях электромеханического оборудования в виде тепловых потерь. Сегодня предлагаемый метод приведенный например в работе [3] может быть эффективен например для размагничивания и разделения флокул перед магнитной сепарации, но не может принципиально оказать сколь либо существенного влияния на снижение уже вложенных энергозатрат существующей традиционной технологической схемы передела руды. Сегодня в концептуальном плане практический интерес может представлять создание малооперационной ресурсосберегающей технологии уже в процессе взрывной рудоподготовки с исполь-

зованием дополнительного воздействия ЭМП на свойства массива (снижение прочностных свойств), еще на стадии ведения буровзрывных работ на долю которых приходится всего до 6 % энергозатрат передела руды (впервые исследования МГИ в этом направлении упоминаются в работе [4]). Сопоставление основных особенностей различных способов рудоподготовки (воздействия на руду) позволяет отметить, что наиболее технологичным в настоящее время пока остается 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 % по оценке ряда авторов) 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 требуются существенные дополнительные материальные ресурсы и сложные инженерно-технические мероприятия по сокращению пылегазовых выбросов, ударных воздушных волн и сейсмике которые неизбежно возникают при диспергировании массивов вблизи мегаполисов [6].

Характер изменений структуры минералов, вызванные взрывным нагружением, обусловленные взаимодействием волн напряжений с несовершенствами кристаллической решетки в объеме отдельных минералов и по границам зерен достаточно широко известны, но мало были изучены для сложноструктурных массивов.

Впервые работы, связанные с исследованием и разработкой рациональных параметров взрывной рудоподготовки с установлением и использованием в процессе проектирования параметров БВР закономерностей для сложноструктурных и сложноскладчатых массивов были проведены в условиях карьера Стойленского ГОКа. Работы были основаны на детальном изучении основных закономерностей складчатой структуры месторождения трещиноватости (блочности), вещественного состава и прочностных свойств железистых кварцитов в различных зонах месторождения [5].

Анализ результатов исследования показал: увеличение энергонасыщения в приосевых зонах обеспечивает повышение качества концентрата при необходимой степени раскрытия рудных минералов без их переизмельчения, то есть доказана возможность управления показателями рудоподготовки на более ранней стадии измельчения;

для кардинального решения проблем рудоподготовки сложноструктурных массивов железистых кварцитов требуется изыскание путей совершенствования существующей и разработка принципиально новой техники и технологии переработки железорудного сырья с целью более существенного снижения энергозатрат процессов, измельчения и повышения показателей извлечения полезных компонентов при одновременном снижении интенсивности техногенной нагрузки и экологического риска при добыче и переработке полезных ископаемых.

Одним из путей (как показывают исследования, начатые в МГИ еще в середине 80-х годов является комбинированное воздействие на массив железистых кварцитов импульсных ЭМП и упругих 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 техноло-

гической переработке обеспечивает более полное извлечение минералов и снижение энергозатрат [4].

При наложении импульсного ЭМП на железистые кварциты, представляющих 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 различные величины. Т.е. имеет место 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, которые как бы "раскачивают" краевую часть имеющихся дефектов и создают новые.

Наиболее ослаблены связи на границах различных минералов и зерен 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 счет 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.

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 про-

дуктов 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 бесполезными потерями.

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 очередность.

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 повышению КПИ взрывов зарядов ВВ, влиянию и управлению электромагнитными компонентами поля при мощных взрывах и зарядах ВВ 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 исследования сопутствующих эффектов сопровождающих взрыв соответствующих зарядов ВВ в массивах.

Исследуется дополнительный эффект влияющий на процессы разруше-

ния(ослабления) который получен за счет перемангивания исследуемых образцов при изменении направления вектора индукции внешнего магнитного поля за счет возникновения в т.ч. термомагнитоупругих эффектов.

Установлено, что обработка железистых кварцитов в комбинированном упругом динамическом и ЭМП волновом воздействии на них с градиентом напряженности магнитного поля уже порядка 20-40 кЭ и соответствующих длительности действия ЭМП и напряжений во фронте механической волны приводит к следующим результатам:

- после измельчения обработанных образцов указанными комбинированными волновыми полями выход класса 0,074 мм увеличился в среднем на 10 % по сравнению с контрольными образцами

- взаимная ориентация механической волны напряжения и электромагнитного поля существенно влияет на выход класса - 0,074 мм, причем наибольший эффект достигается при ортогональном ориентировании вектора индукции магнитного поля к направлению распространения механической волны напряжения в образцах.

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 массивов горных пород.

Как показали исследования в производственных условиях повышения показателей взрывной рудоподготовки сложноструктурных массивов железистых кварцитов можно достичь также:

- путём перераспределения энергии взрыва в соответствии с геологическим строением массива;

- расположением врубов в приосевых зонах синклинальных складок;

- созданием в приосевых зонах синклиналей и антиклиналей большего энергонасыщения массива что можно достичь:

- осуществлением одновременного инициирования 2х и более врубов во взрывааемых блоках, с интервалом замедления обеспечивающим взаимодействие динамических волновых воздействий групп зарядов ВВ на наиболее трудно взрывааемых ,труднообогащаемых участках массива;

- оптимальной ориентацией градиента (вектора) потока энергии взрыва относительно сложноструктурных элементов массива, что позволяет достигнуть согласования уровня энергонасыщения разрушаемого объема пород с структурно-текстурными особенностями; прочностными характеристиками повышения качественных показателей обогатительного передела.

Выводы

Установлено, что одновременное воздействие импульсных ЭМП и взаимодействие волн напряжений от взрывааемых зарядов ВВ в сложноструктурных массивах позволяет в целом достичь повышения показателей рудоподготовки.

Новая концепция взрывной рудоподготовки, заключающаяся в целенаправленном взаимодействии импульсов напряжений, генерируемых скважинными зарядами при одновременном наложении электромагнитного поля при дезинтеграции сложноструктурных массивов горных пород позволяет создать направления:

- в разработке методов и технических средств взрывоэлектромагнитных динамических воздействий при разрушении массивов, например, железистых кварцитов. Данные методы обеспечивают за счёт повышения КПИ взрывов зарядов ВВ более значительное по сравнению с традиционной рудоподготовкой снижение энергозатрат и улучшение технологических показателей последующего передела рудной массы, при существенном снижении потерь железа в хвостах ОФ;

• для обоснования малооперационных технологий рудоподготовки и предпосылки решения всё более усугубляющихся геоэкологических проблем добычи и переработки полезных ископаемых в уже сложившихся за исторически длительный срок условиях эксплуатации гор-

но-металлургических комплексов в результате их негативных техногенных воздействий вблизи крупных мегаполисов, в частности, в регионе освоения богатств сосредоточенных в железорудных формациях КМА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ревницев 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 импульсной электромагнитной обработки. Горный журнал. 2004. №1.

4. «Совершенствование техники и технологии взрывного комбинированного дробления железистых кварцитов и одновременного разупрочнения межзерновых связей высокочастотным электромагнитным полем» Отчет НИР МГИ, 1986. Л.С. Дербенев, В.Н. Анисимов)

5. *Анисимов В.Н., Семёнов В.В.* Взрывная рудоподготовка сложноструктурных массив железистых кварцитов Горный журнал №6. 2003.

6. *Котенко Е.А., Морозов В.А., Анисимов В.Н., Кушнеренко В.К.* Геоэкологические проблемы эксплуатации горнометаллургического комплекса КМА, ж-л «Горная промышленность» №2. 2003.

Коротко об авторах

Анисимов В.Н. – кафедра «Физика горных пород и процессов», Московский государственный горный университет.

ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ

МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

РУКОПИСИ,

1. Жулковский Д.В. Ресурсная база горного производства (№ 401/07-05 — 08.04.05) 8 с.
2. Карпов А.В. Повышение эксплуатационной надежности подготовительных выработок при интенсивной обработке запасов шахтных полей (№ 402/07-05 — 14.04.05) 6 с.
3. Белопушкин В.И., Кириллычев А.Н. Вопросы обеспечения информационной безопасности в автоматизированных системах управления (№ 403/07-05 — 18.04.05) 6 с.