

УДК 622.236:622.341.1

С. А. ГОНЧАРОВ (МГТУ)

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ



С. А. ГОНЧАРОВ,
зав. кафедрой, д-р техн. наук

Вопросы ресурсосбережения в горнорудном производстве наиболее остро стоят при добыче и переработке скальных руд, к которым относятся и железистые кварциты.

Самым энергоемким и дорогостоящим процессом здесь является разрушение руды (взрывание, дробление, измельчение). На горно-обогатительных комбинатах России, добывающих железистые кварциты, на долю этого процесса приходится до 70 % всех энергозатрат, что в абсолютных цифрах составляет примерно 30 кВт·ч на 1 т руды, в том числе около 26 кВт·ч выпадает на долю измельчения руды в мельницах.

Именно вследствие большой энергоемкости измельчения железорудные предприятия России потребляют огромное количество энергии — около 10 млрд кВт·ч в год, что составляет почти половину ее годовой выработки на такой крупной электростанции, как Красноярская ГЭС.

Себестоимость концентрата, получаемого при обогащении железистых кварцитов, почти на 60 % формируется операциями по из разрушению, в том числе примерно на 50 % — измельчением руды в мельницах. В дальнейшем составляющая энергозатрат в себестоимости железорудного концентрата (окатышей) будет возрастать в зависимости от повышения цен на энергоносители.

Снижение энергоемкости процесса разрушения руды является важной народно-хозяйственной задачей. На ее решение направлено много работ. В абсолютном большинстве все они сводятся к одному предложению: добиться лучшей фрагментации руды при взрывной ее отбойке (энергоемкость этой операции составляет всего лишь 0,6–0,7 кВт·ч на 1 т руды) и тем самым снизить энергоемкость дробле-

ния и измельчения руды в мельницах. В доперестроечные времена в СССР такой подход в какой-то мере себя оправдывал при существующем в то время ценовом соотношении электроэнергии и взрывчатых веществ (ВВ). После перехода на рыночные отношения экономическая ситуация по энергоносителям изменилась: стоимость ВВ по сравнению с прежними ценами возросла в большей степени, чем стоимость электроэнергии.

Кардинальное решение рассматриваемой задачи нужно искать в комплексном подходе к вопросам энергосбережения: использовать наименее энергоемкие способы разрушения руды на всех стадиях ее добычи и переработки*.

Как известно, энергоемкость разрушения упругих твердых тел (ими можно считать и скальные руды) прямо пропорциональна квадрату предела прочности тела при его разрушении, причем последний параметр имеет значительно меньшую величину при приложении к телу сил сдвига (меньше в 6–7 раз) или растяжения (в 8–10 раз), а не сил сжатия. В результате энергоемкость процесса разрушения тела при воздействии на него сил сдвига или растяжения резко снижается: примерно в 40 и 90 раз соответственно. Таким образом, исходя из физической сущности процесса, разрушение руды должно осуществляться путем создания в ней сдвигающих или растягивающих напряжений: при взрывании и дроблении — в разрушаемом массиве или куске руды; при измельчении — на границе раздела минеральных зерен.

В идеальном случае указанного добиться невозможно, так как во всех перечисленных операциях механическая разрушающая сила прикладывается к поверхности (при взрывании — к боковой поверхности скважины и ее забою, при дроблении и измельчении — к поверхности куска). Единственным способом создания максимально возможных растягивающих сил или сдвиговых напряжений в массиве или куске руды является размещение разрушающих сил на некоторой глубине от разрушающей поверхности. Такие силы можно создать только за счет немеханического воздействия (теплого, электрического, магнитного и др.), когда разрушающие силы возникают внутри разрушаемого объема руды.

© Гончаров С. А., 2008

* Гончаров С. А., Клюка О. Ф., Чурилов Н. Г. Стратегия ресурсосбережения при разрушении горных пород // Горный журнал. — 2003. — № 4–5.

С позиции ресурсосбережения необходимо стремиться к тому, чтобы разрушение руды на каждой предыдущей стадии осуществлялось таким образом, чтобы оно оказывало положительное влияние на последующие стадии ее разрушения. Например, уже при обурировании массива следует получать зарядные полости заданной конфигурации, которые бы способствовали повышению эффективности взрывной отбойки руды от массива. В свою очередь, при взрывной отбойке следует применять такие ВВ и такие схемы коммутации взрывной сети, которые способствовали бы снижению энергоемкости дробления и измельчения руды.

Рассмотрим примеры снижения энергоемкости процесса разрушения руды на различных его стадиях.

Одним из перспективных способов сокращения энергозатрат при обурировании уступов является применение комбинированной технологии: проходка пионерных скважин сравнительно малого диаметра и последующее их расширение в заряжаемой части огневыми станками до большего, заданного диаметра. Один из таких станков Dragon совместного производства МГГУ и канадской фирмы Rocmec International Ink. смонтирован на базе автомобиля и снабжен гибкой штангой, проложенной в двухколенчатом манипуляторе с вылетом стрелы 7,2 м. С одной стоянки станок может расширить четыре скважины.

Применение станков для термического расширения пионерных скважин диаметром 250 мм позволяет получить котловые полости в скважине в породах типа железистых кварцитов диаметром до 460–480 мм. Это дает возможность расширить сетку скважин от 6×6 м до 9×9 м, что позволяет увеличить выход горной массы с 1 м скважины более чем в 2 раза и сократить в 2 раза парк необходимых шаблочных станков.

Применительно к рудам слоистой текстуры, к которым относятся железистые кварциты, снижения энергозатрат можно достичь при взрывной отбойке от массива. Известно, что отношение размеров минеральных зерен, слагающих железистые кварциты, в направлении, параллельном слоистости, примерно в 1,5 раза больше размера этих же зерен в направлении, перпендикулярном их слоистости. Следовательно, площадь срастания минеральных зерен в направлении, параллельном слоистости, будет в 2,25 раза больше площади их срастания в направлении, перпендикулярном их слоистости. Таким образом, чтобы при измельчении железистых кварцитов раскрыть зерна извлекаемого минерала (магнетита) на площадках, параллельных слоистости, необходимо затратить энергии в 2,25 раза больше, чем на площадках, перпендикулярных слоистости.

Сократить энергоемкость измельчения слоистых руд в мельницах можно, если на стадии взрывной отбойки обеспечить максимально возможное разупрочнение межзерновых связей на площадках, параллельных слоистости. Этого можно достичь, если взрывная волна сжатия будет составлять с плоскостью слоистости руд двугранный угол, рав-

ный 45°. В этом случае на площадках, параллельных слоистости руд, будут возникать максимальные сдвиговые напряжения, а следовательно, на этих площадках произойдет наибольшее разупрочнение межзерновых связей.

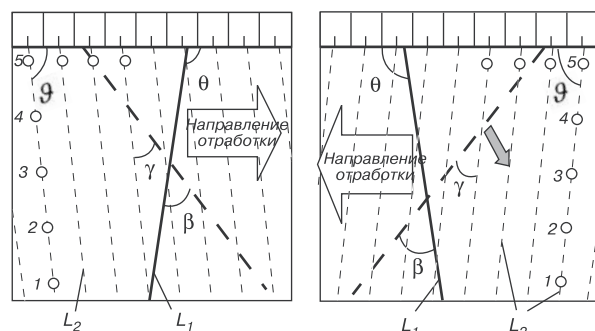
Такая ситуация возможна при условии, если обурирование рабочих уступов карьера и схема коммутации взрывной сети будут строго определенными при соблюдении следующего тождества:

$$\vartheta = \theta \pm \arccos \left(\frac{\cos 45^\circ - \cos \alpha \cdot \sin \psi}{\sin \alpha \cdot \cos \psi} \right) + \gamma,$$

где ϑ — угол между линией скважин одного ряда коммутации и линией верхней бровки уступа; θ — угол между линией простирания слоев и линией верхней бровки уступа; α — угол падения слоев руды в массиве; ψ — угол отклонения взрывной волны сжатия от вертикали (детонация ВВ в скважине осуществляется снизу вверх); $\psi = \pm \arcsin (V_{\text{упр}} / V_{\text{дет. ВВ}})$; γ — угол отклонения взрывной волны сжатия от горизонтали в связи с неодновременностью детонации скважин в одном ряду коммутации; $\gamma = \pm \arcsin (V_{\text{упр}} / V_{\text{дет. ДШ}})$, $V_{\text{упр}}$ — скорость распространения взрывной волны сжатия в массиве, $V_{\text{дет. ВВ}}$ — скорость детонации ВВ, $V_{\text{дет. ДШ}}$ — скорость детонации ДШ.

На рисунке приведены возможные схемы обурирования уступов и коммутации взрывной сети, удовлетворяющие указанному тождеству.

Один из самых эффективных способов снижения энергоемкости измельчения руды в мельницах — это импульсная электромагнитная обработка (ИЭМО) рудного потока при движении руды через индуктор, в котором генерируются электромагнитные импульсы. Мощность блока питания — 10 кВт, мощность в импульсе при разрядке конденсатора через индуктор — от 10 до 104 МВт. Энергозатраты ИЭМО не превышают 0,1 кВт·ч на 1 т руды. Производительность установки — до 300 т/ч. Энергоемкость измельчения ру-



Схемы обурирования уступа и коммутации взрывной сети при слоистой текстуре рудного массива:

L_1 — линия простирания слоев руды; L_2 — линия скважин одного ряда коммутации; β — угол между линией простирания слоев руды и линией фронта взрывной волны сжатия

ды в мельницах после ИЭМО снижается на 9–12 %.

Технологически ИЭМО руды можно осуществлять в сухом потоке при вертикальном ее падении в индукторе (при подаче руды в головную мельницу) или же при подаче руды в потоке гидро-смеси (для мельниц II и последующих стадий измельчения). **Ж**

(495) 236-71-12,
Гончаров Степан Алексеевич

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ

Гончаров С. А.

Сформулирован главный принцип снижения энергоемкости процесса разрушения руды — использование в этом процессе сил сдвига и растяжения вместо сил сжатия. Даны примеры реализации данного принципа на железорудных карьерах.

Ключевые слова: ресурсосбережение, железорудный концентрат, себестоимость, разрушение руды, снижение энергоемкости, импульсная электромагнитная обработка.

УДК 621.316.176:622.271.3

А. Г. ЗАХАРОВА, Н. М. ШАУЛЕВА (КузГТУ)

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ КУЗБАССА



А. Г. ЗАХАРОВА,
проф., д-р техн. наук



Н. М. ШАУЛЕВА,
старший преподаватель

Надежность систем электроснабжения (СЭС) угольных разрезов — один из решающих факторов обеспечения эффективности применения горной техники в условиях повышенной концентрации, комплексной механизации и автоматизации открытых горных работ. Бесперебойная подача электроэнергии потребителям разрезов позволяет не только обеспечивать их производительную работу, но и повышает уровень безопасности эксплуатации и обслуживания электри-

ческих сетей и их элементов. Для разработки мероприятий по повышению надежности СЭС необходимо располагать результатами анализа факторов и причин отказов в работе распределительных сетей разрезов. Для решения этой задачи в 2005–2007 гг. были проведены наблюдения за работой 72 питающих фидеров на четырех разрезах ОАО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь».

Предварительный анализ аварийных отключений в распределительных сетях напряжением 6 кВ угольных разрезов Кузбасса показал, что большинство из них происходит по причине неправильной эксплуатации электрических сетей, из-за воздействия неблагоприятных погодных условий, низкого уровня профилактических работ и других факторов (табл. 1). Анализ числовых значений параметров потока отказов и вероятностей безотказной работы по факторам, воздействующим на распределительные сети угольного разреза «Кедровский», показывает (табл. 2), что наибольшее число аварийных отключений приходится на воздушные линии электропередачи (ЛЭП): 107 отказов произошло из-за погодных условий, как правило, из-за воздействия ветровых нагрузок; 97 отключений — по причине многофазных коротких замыканий (срабатывание максимальной токовой защиты и токовой отсечки); 53 отказа — из-за механических повреждений. Существенный вес имеют также отключения элементов СЭС вследствие одновременного запуска большо-