

Совершенствование систем разработки с обрушением руды и вмещающих пород в Криворожском бассейне

Эффективность применения систем обрушения с торцевым выпуском и выпуском из дучек достигается при определении ее параметров исходя из эллипсоидов касания, повышения качества дробления пород взрывом, применения скреперов с большей вместимостью. Библиогр.: 9 назв.

Ключевые слова: системы подземной разработки руд, дробление пород взрывом, донный и торцевой выпуски

The efficiency of usage of caving systems with sublevel caving and box-hole pulling is achieved at determination of its parameters based on the contact of ellipsoids, increasing of quality of rock breaking by explosion, application of scows with great capacity.

Keywords: iron ore underground mining systems, rock breaking by explosion, bottom and sublevel caving

Добычу руд на шахтах Криворожского бассейна осуществляют системами с обрушением руды и вмещающих пород с этажно-камерной выемкой. Чаще применяют (более 80 %) систему поэтажного обрушения со скреперной доставкой. Ее удельный вес при добыче слабых и средней крепости руд на больших глубинах будет высокий [1]. Однако не созданы надлежащие условия для реализации заложенных в этих системах возможностей по наращиванию производительности труда, снижению издержек производства и повышению безопасности. Применяют паспорта буровзрывных работ при проходке поэтажных выработок ручными перфораторами, предопределяющие пересечение проектного контура выработки уже через 0,4-0,5 м от устья шпура. Вследствие этого увеличиваются заколообразования и высота закрепляемого пространства. Применяют сложные конструкции днищ и коммуникации горных выработок. Они приводят к большой трудоемкости нарезных работ и поддержанию выработок. Исключением являются конструкции с совмещением бурового и доставочного горизонтов [2]. Применяют параметры выпуска, доставки и погрузки, сдерживающие производительность очистного забоя. Они не позволяют снизить засорения руды, которая отличается большой кусковатостью и неоднородностью. Ширина и емкость скреперов не обеспечивают высокой производительности доставки. Поэтому необходимо улучшить качество первичного дробления рудного массива, повысить устойчивость выработок. Целесообразно применять более мощные скреперы, выпуск руды из ближних дучек.

Для повышения эффективности и безопасности систем со скреперной доставкой необходимо:

- уменьшить в 1,5-1,8 раза число заколообразований и высоту закрепляемого пространства при проходке поэтажных выработок;

- улучшить первичное дробление рудного массива, уменьшив пуско горной массы;
 - уменьшить изрезанность днищ блоков (панелей), повысить устойчивость выработок доставки на 30-40 %;
 - увеличить площадь сечения выработок выпуска и доставки до оптимальных значений (1,8х2 м и 6,7 м);
 - применить скреперы шириной 1100 мм.
- Это позволяет:
- а) повысить безопасность работ в призабойном пространстве;
 - б) снизить засорение на 0,5-0,7 %;
 - в) увеличить производительность труда на доставке до 300-350 т/смену;
 - г) уменьшить число наиболее опасных очагов травматизма в шахтах –выпускных дучек в 2-2,5 раза;
 - д) уменьшить вдвое число зависаний руды при выпуске и создать более безопасные условия их ликвидации;
 - е) уменьшить объем трудоемких и опасных нарезных работ на 25-30 %.

Этот комплекс мер основан на следующих положениях:

Уменьшение объема заколообразований и высоты закрепного пространства возможно, если устья верхних окомляющих шпуров будут располагаться ниже кромки крепи на 0,5-0,7 м и пересекать проектный контур выработки только в конце шпура, то есть через 1,5-1,8 м (рис. 1). Применение паспортов крепи с усиленной продольной жесткостью за счет увеличения числа продольных стяжек между рамами крепи с 3 до 5. Это позволяет приблизить их к забою до 0,8-1 м и повысить безопасность работ в призабойной зоне.

Известно, что кусковатость руды в большой мере зависит от условий взрыва, то есть от плотности среды, окружающей рудный массив. Если плотность окружающей среды меньше плотности массива, детонационная волна, дойдя до среды с меньшей плотностью, возвращается во взрываеваемый массив, производя его дополнительное разрушение [3].

При этом энергия упругих волн, производящая разрушение массива, используется при отбойке на компенсационные пространства на границах массива почти в 2 раза больше, чем при отбойке на отрезную камеру внутри массива. Поэтому одно-временная отбойка на две обнаженные плоскости (в разнородных средах) может практически вдвое уменьшить кусковатость руды (рис. 2).

Необходимо чтобы параметры систем с обрушением соответствовали режиму выпуска, исходя из условий обеспечения максимального извлечения руды при недозированном выпуске.

Увеличение расстояний между выработками доставки и выпуска и их сечений позволяет повысить производительность очистного забоя. Это обусловлено тем, что при этом увеличивается активный размер дучки, уменьшается число зависаний руды при выпуске и повышается безопасность выпуска. Увеличение расстояний между выработками днища повышает их устойчивость за счет повышения прочности целиков между выработками и предопределяет снижение затрат на их поддержание. В связи с резким повышением устойчивости днищ, большей устойчивостью результатов выпуска к его неравномерности, связанной с увеличением расстояний между дучками и удалением их от боковых контактов, а также реализацией эффекта А. Н. Иконникова [5], показатели по потерям и разубоживанию будут не хуже, чем при применяемых параметрах. Доказательством этого являются результаты применения систем с обрушением с параметрами, принятыми из условия касания эллипсоидов на шахтах Кривбасса в 60-70 годы. Отработано 46 панелей и блоков, добыто 6,2 млн тонн руды. При этом потери составили 14,6 %, разубоживание 7,9 %, потери железа 1,78 % [6]. При одинаковом или даже несколько меньшем уровне потерь руды применение панелей, из условий касания эллипсоидов, обеспечивает снижение разубоживания на 2-2,5 % и повышение качества руды на 0,5-0,7 %).

Параметры систем с обрушением из условия касания эллипсоидов целесообразно определять при применении коротких скреперных забоев. При применении коротких скреперных забоев уменьшенной длины забоев должна быть пропорциональна расстоянию между ними. Это позволяет сохранить или даже уменьшить объем нарезных работ, уменьшить длину скреперной доставки до длины доставки вибропитателями.

Существенными преимуществами этой технологии по сравнению с вибродоставкой являются значительно большая безопасность выпуска руды и в несколько раз большая экономичность. Промышленные испытания системы этажного обрушения с короткими скреперными забоями на шахте «Объединенная» б. Первомайского рудника, на которой отработано 5 блоков и добыто более 2,5 млн т руды, подтвердили ее преимущества [7].

Применение коротких скреперных забоев является альтернативой применению вибро-

питателей и самоходной техники, особенно при системе этажного обрушения.

Эффективность применения систем с обрушением, параметры которых определены по рекомендуемой методике [8, 9] будет возрастать с увеличением глубины работ в связи с большей устойчивостью выработок днища. Это подтверждают результаты отработки опытных панелей на шахтах «Родина», им. Артема и «Юбилейная» в 2007-2008 гг. [8].

Повышение качества первичного дробления рудного массива за счет отбойки в разнородных средах, оптимизация параметров днищ панелей (увеличение расстояний между выработками доставки и выпуска и их сечений). Применение скреперов большей вместимости (шириной 1100 мм) позволяют повысить эффективность систем с обрушением с донным выпуском из дучек и скреперной доставкой. Необходимо также обеспечить условия для эффективного применения в дальнейшем торцового выпуска с самоходным оборудованием при разработке слабых руд, идущих в плавку без обогащения, на больших глубинах с проявлением высокого горного давления.

Высокие потери и разубоживание при торцовом выпуске происходят в том случае, если конструкции и параметры систем не увязаны с закономерностями выпуска. Вместе с тем законы гравитации, которым подчиняется процесс выпуска, одни и те же независимо от того откуда происходит истечение материала – из дучек или из отверстий между постелью руды и кровлей выработки. Во всех случаях выпуск происходит из объемов, имеющих форму эллипсоидов, ось которых совпадает с направлением сил тяжести.

Разработана система с площадным торцовым выпуском с короткими погрузо-доставочными выработками постоянной длины до 10 м, при которых обрушенная руда не имеет боковых контактов с пустыми породами по длинной стороне слоя и сопряжение выработок доставки с обрушенной рудой закрепляется только один раз на весь период отработки панели или блока, а не многократно после взрыва очередного слоя.

Основа этих разработок состоит в следующем. Поскольку законы гравитации, которым подчиняется процесс выпуска, одни и те же во всех случаях, для максимального извлечения руды необходимо, чтобы при торцовом выпуске, как и при выпуске из дучек, эллипсоиды разрыхления могли развиваться полностью во всех направлениях. Необходимо чтобы высота и толщина слоя были соизмеримы с реальными расстояниями между выработками доставки. Для этого необходимо, чтобы ось выпуска при торцовом выпуске была удалена от стенки рудного массива и от обрушенных пород на расстояние, равное малой полуоси эллипсоида. Это возможно, если нижняя часть слоя будет наклонена в сторону массива под углом выпуска $45 + \varphi / 2$, а верхняя часть будет вертикальной.

Полноценное развитие эллипсоидов разрыхления в рудном слое способствует повышению извлечения руды. Однако при этом сохраняются другие недостатки, присущие послойному выпуску - сложность проветривания тупиковых забоев большой длины, необходимость усиленного поддержания сближенных выработок большого сечения. Кроме того, послойный выпуск все же чреват опасностью преждевременного бокового разубоживания. Чтобы обеспечить высокое извлечение руды и исключить недостатки одностороннего (послойного) торцового выпуска нами разработана система с площадным торцовым выпуском. При этой системе выпуск руды производят по обеим сторонам слоя, который не имеет боковых контактов с пустыми породами по длинной стороне. Для площадного (двухстороннего) торцового выпуска характерны высокое извлечение, как при площадном дучечном выпуске; большая производительность очистного забоя, как при обычном торцовом выпуске; высокая устойчивость очистных забоев, расположенных вне контура обрушенной руды; возможность проветривания очистных забоев диффузией или сквозной вентиляционной струей.

Преобразование торцового выпуска в площадный позволяет использовать различные методы разрушения массива (отбойки скважинами в разнородных средах, самообрушение), применять различные способы поддержания выработанного пространства при разработке (камерную выемку или выемку с обрушением), различные схемы отработки запасов, как и при площадном выпуске из дучек.

Выводы

Для повышения безопасности и эффективности систем с обрушением в Криворожском бассейне необходимо:

1. Применение паспортов буровзрывных работ при проходкеподэтажных выработок ручными перфораторами обеспечивает уменьшение заколообразований в 1,5-1,8 раза и высоту закрепного пространства в до 0,28-0,32 м за счет расположения верхних оконтуривающих шпуров ниже кромки крепи на 0,5-0,7 м. Применение крепей с усиленной продольной жесткостью и затяжек с дифференцированной длиной в зависимости от регламентированного отставания крепи от забоя.

2. Улучшение качества первичного дробления руды путем отбойки вертикальными параллельными веерами глубоких скважин в разнородных средах на две обнаженные плоскости, обеспечивающей увеличение коэффициента использования энергии взрыва в 1,8-2,0 раза и соответствующее уменьшение кусковатости.

3. Применение оптимальных сечений выработок доставки 6,7 м и выпуска 1,8х2 м и оптимальных расстояний между ними, выбранных из условий касания эллипсоидов разрыхления, обеспечивающих уменьшение объема нарезных

выработок в 1,3-2,0 раза и наиболее опасных очагов травматизма (дучек) в 2-2,5 раза, уменьшения изрезанности днищ блоков и существенное повышение устойчивости выработок.

4. Применение конструкций и параметров систем с обрушением с торцовым выпуском и самоходным оборудованием, обеспечивающих высокое извлечение и низкое засорение руды, достаточную устойчивость выработок и эффективное их проветривание.

Библиографический список

1. Малахов Г. М. Особенности разработки рудных месторождений на больших глубинах и пути повышения эффективности разработки руд Кривбасса, Сб. «Пути повышения эффективности подземной добычи руды в Криворожском бассейне», Кривой Рог, КГРИ. - 1971. - С. 5-41.

2. Совершенствование системы поэтажного обрушения на шахтах рудоуправления им. Дзержинского / Н. И. Дядечкин, П. К. Саворский, В. В. Перегудов, К. К. Бабец, В. И. Пикельный и др. // Горный Журнал. - 1977. - № 1.

3. Taraba Oldrich Puziti Ultrazuki homite, Rudy. - 1959. - № 5. - С.133-161.

4. Вольфсон П. М. Оцелесообразных расстояниях между выработками доставки в условиях большого горного давления, Горный Журнал, Изв. Вузов. - 1965. - № 7.

5. Иконников А. Н., Карамышев В. Н., Кузнецов В. И., Лукьянов М. А. Моделирование процесса истечения руды из обрушенных блоков при создании изолированных зон разрыхления, Изв. Вузов, Горный Журнал. - 1965. - № 8. - С. 3-6.

6. Вольфсон П. М. Оценка промышленных испытаний метода выбора параметров систем с обрушением руды и вмещающих пород из условия касания эллипсоидов в Криворожском бассейне, Сб. Пути повышения эффективности подземной добычи руды в Криворожском бассейне, Кривой Рог, КГРИ, 1972.

7. Константинов П. Е., Вольфсон П. М., Петров О. Н., Храпко О. И., Перекопский Н. М., Долженко И. П. Применение системы этажного обрушения с короткими забоями на Первомайском руднике, Горный Журнал. - 1974. - № 2.

8. Вольфсон П. М., Приймаченко В. Н., Нагорный Е. Н., Рябец В. В., Моргун А. В. Оценка промышленных испытаний оптимальных параметров недозированного выпуска на шахтах Кривбасса в 2006-2008г.г., Металлург. и горноруд. пром-сть. - 2009. - № 5.

9. Вольфсон П. М. Обоснование оптимальных конструкций систем разработки с обрушением и торцовым выпуском руды, Горный Журнал. - 2010. - № 7.

Поступила 03.02.2014