

последние годы с глубиной интенсивность роста себестоимости добытой руды увеличилась. Например, с увеличением глубины очистных работ до 1275 м себестоимость добычи тонны руды увеличилась на 52,6 грн. на каждые 100 м понижения очистных работ.

Как показали исследования авторов одним из путей существенного снижения себестоимости добытой руды является переход на системы разработки с самообрушением рудного массива, применение которых на шахтах Кривбасса возможно и целесообразно.

В связи с изложенным авторами, применительно к горно-геологическим и горнотехническим условиям шахт Кривбасса, разработаны системы разработки с самообрушением рудного массива богатых железных руд.

Анализ исследований и публикаций. Разработке и совершенствованию систем разработки железных руд с самообрушением рудного массива на верхних горизонтах шахт Кривбасса посвящены работы Агошкова М.И., Малахова Г.М., Борисенко С.Г., Вольфсона П.М., Лавриненко В.Ф., Кадырбаева Р.Д. и многих других исследователей. Как следствие объемы добычи богатых руд в Кривбассе указанными системами разработки в отдельные годы достигали 3,0-5,3 млн.т. Однако, уже в конце 70-х годов прошлого столетия от указанных систем разработки пришлось отказаться из-за возникшего противоречия между необходимостью увеличения площадей подсечек рудного массива и снижением при этом устойчивости выработок доставки.

Постановка задачи. Для эффективной отработки запасов богатых железных руд на глубоких горизонтах шахт Кривбасса необходимы системы разработки, позволяющие производить выемку запасов с самообрушением рудного массива в различных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Изложение материалов и результаты. Для повышения эффективности отработки запасов железных руд в различных горно-геологических и горнотехнических условиях разработаны системы с поэтажным и этажным самообрушением рудного массива. Системы поэтажного самообрушения руд рекомендуются для отработки залежей мощностью более 18-20 м, а с этажным самообрушением для отработки залежей мощностью более 20-25 м при углах падения 50-60°.

При системах поэтажного самообрушения подготовка панели на доставочном горизонте (горизонте скреперования) производится штреком скреперования 1, хозяйственным 2 и вентиляционным 3 ортами (рис. 1).

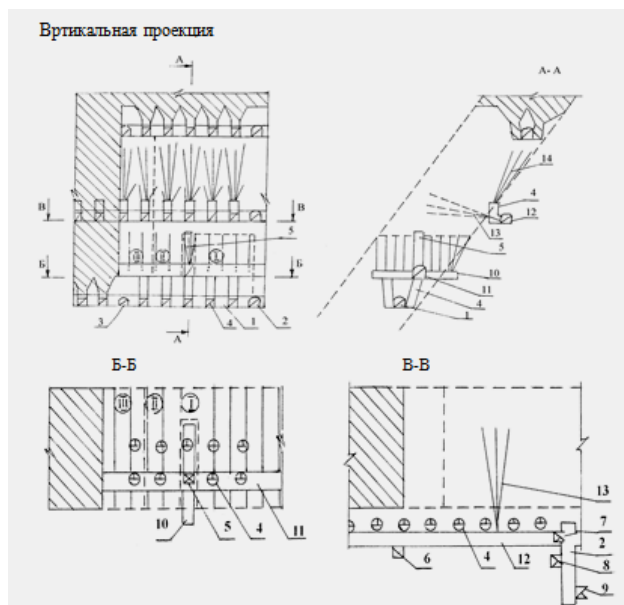


Рис. 1 Система поэтажного самообрушения: I, II, III - очередность образования подсечки

отдельными дучками, служащими как вентиляционные, ходовые и доставочные для материалов и оборудования. Одна из дучек проходится на высоту подсечки и служит отрезным восстающим 5. Учитывая недостаточно крутые углы падения залежей (50-60°) и поэтому значительные потери руды, остающейся на породах лежачего бока, рекомендуется образование подхватывающего горизонта, состоящего из полевого штрека скреперования 12 и дучек 4. Расстояние

Из штрека скреперования 1 до горизонта подсечки проходятся дучки 4, как правило, расположенные друг против друга (редко в шахматном порядке). Вентиляционный орт 3 располагается в конце штрека скреперования и соединяется с вентиляционным горизонтом вентиляционно-ходовым восстающим 6, который служит также и запасным выходом. Хозяйственный орт 2 соединен с откаточным горизонтом ходовым 8 и материальным 9 восстающими. Для аккумуляции руды служит рудосвалочный восстающий 7, располагаемый у сопряжения штрека скреперования 1 и хозяйственного орта 2. На подсечном горизонте проходятся отрезной орт 10 и подсечной штрек 11.

На время проходки и разбуривания подсечки этот горизонт соединяется с доставочным предварительно пройденными

подхватывающего горизонта от доставочного зависит от угла падения пород лежащего бока. Этот горизонт соединяется с откаточным рудосвалочным восстающим 7, а с основным доставочным и вентиляционным - ходовым 8, материальным 9 и вентиляционным 6 восстающими. Для связи подхватывающего штрека скреперования с ходовым 8 и материальным 9 восстающими проходится хозяйственный орт 2.

Для создания благоприятных условий самообрушению основного массива панели производится подсечка массива на высоту до 10 м. Подсечка массива производится в три стадии.

В первую стадию отбойкой на отрезной восстающий 5 штанговых шпуров, выбуренных из отрезного орта 10, производится образование отрезной щели, которая в дальнейшем расширяется глубокими скважинами, выбуренными из подсечного штрека 11, до размеров которые обеспечивают устойчивость ее на протяжении всего срока ее существования.

Во вторую стадию глубокими скважинами, выбуренными из подсечного штрека 11, производится подсечка рудного массива, обеспечивающая за счет его самообрушения создание предохранительной подушки на выпускных отверстиях.

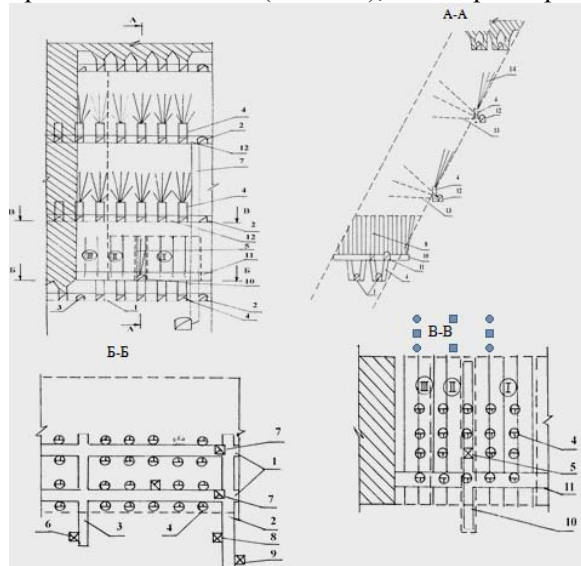
В третью стадию, скважинами выбуренными из подсечного штрека 11, производится увеличение размеров подсечки рудного массива до параметров, обеспечивающих его массовое самообрушение.

Для контроля состояния самообрушающегося массива из центральной части подхватывающего штрека скреперования 12 выбуриваются контрольные скважины (штанговые шпур) 13. Для снижения потерь руды на породах лежащего бока из дучек подхватывающего штрека скреперования 12 выбуриваются пучки штанговых шпуров 14, которые используют для формирования воронок выпускных отверстий, через которые производится выпуск самообрушившейся руды. Взрывание этих шпуров также интенсифицирует процесс самообрушения рудного массива панели.

При подсечке рудного массива панели необходимо выпускать отбитую руду с таким расчетом, чтобы обеспечивалась локализация выработок доставочного горизонта. Это же условие необходимо соблюдать и при выпуске самообрушающейся руды, что обеспечит снижение динамического воздействия на днище панели.

При системах разработки с этажным самообрушением руд размеры добычного блока определяются горно-геологическими и горнотехническими условиями отработки залежи. Как правило, размер блока вкрест простирания равен мощности залежи, по восстанию - высоте этажа, принятой на шахте (75-80 м), а по простиранию определяется способом доставки обрушенной руды (как правило скреперной).

Рис. 2 Система этажного самообрушения: I,II,III- очередность образования подсечки



Подготовка блока к очистной выемке на основном приемном (доставочном) горизонте заключается в проведении штреков скреперования 1, хозяйственного 2 и вентиляционного 3 ортов, дучек 4, рудосвалочных 7, материального 9, ходового 8, вентиляционного 6 восстающих (рис. 2).

Учитывая недостаточно крутые углы падения залежей, для предотвращения значительных потерь руды на породах лежащего бока, рекомендуется образование подхватывающих (улавливающих) горизонтов, располагаемых через 25-30 м по восстанию. Подхватывающие горизонты соединяются с основным доставочным и откаточным горизонтами рудосвалочными 7, ходовыми 8, материальными 9 и вентиляционно-ходовыми 6 восстающим.

На подхватывающих горизонтах проходятся полевые штреки скреперования 12, из которых проходятся до контакта рудного тела с породами лежащего бока дучки 4. Для связи подхватывающих штреков скреперования с ходовым 8 и материальным 9 восстающим проходятся хозяй-

ственные орты 2. Для создания условий самообрушения основного рудного массива блока выполняется подсечка его высотой до 10 м.

Подсечка массива производится в три стадии.

В первую стадию скважинами, выбуренными из отрезного орта 10, отбойкой на отрезной восстающей 5 производится образование отрезной щели и дальнейшее расширение ее путем отбойки глубоких скважин, выбуренных из подсечного штрека 11, до размеров, обеспечивающих устойчивость горизонтального обнажения подсечки на протяжении всего срока ее существования.

Во вторую стадию глубокими скважинами, выбуренными из подсечного штрека 11, производится дальнейшее расширение подсечки рудного массива до размеров, обеспечивающих за счет его самообрушения создание предохранительной рудной подушки над выпускными отверстиями.

В третью стадию производится увеличение площади подсечки рудного массива до параметров, обеспечивающих его массовое самообрушение.

Для контроля состояния самообрушающегося массива из центральных частей подхватывающих штреков скреперования 12 выбуриваются контрольные скважины 13.

Для снижения потерь руды на породах лежащего бока из дучек штреков скреперования подхватывающих горизонтов 12 выбуриваются веера штанговых шпуров 14, взрыванием которых формируются воронки выпускных отверстий, через которые производится выпуск самообрушившейся руды.

Выпуск руды из подсечки и при самообрушении массива необходимо производить с таким расчетом, чтобы обеспечивалась локализация и сохранность выработок днища. Для этого при подсечке рудного массива проводится частичный выпуск отбитой руды (30-40 %).

В процессе очистной выемки объем самообрушившейся руды определяется из выражения

$$V_o = K_c^2 \cdot a \cdot M \cdot h_o, \quad (1)$$

где V_o - объем самообрушившейся руды, м³; K_c^2 - 1,1-1,4 - коэффициент, отражающий степень самообрушения рудного массива; a - размер подсеченного массива по простиранию, м; M - размер подсеченного массива вкрест простирания, м; h_o - высота самообрушившегося рудного массива, м.

Объем самообрушившейся руды в процессе очистной выемки, подлежащей выпуску, определяется из выражения

$$V_e = (0,3-0,45) V_o, \quad (2)$$

где V_e - объем самообрушившейся руды, м³.

Объем самообрушившейся руды, подлежащей выпуску на различных стадиях подсечки рудного массива, определяются с учетом объемов ранее самообрушившейся руды.

Как показывают расчеты технико-экономические показатели этажно-камерных систем разработки с самообрушением руды несколько лучше, чем системы подэтажного обрушения: удельная длина нарезных выработок на 1000 т запасов ниже на 31,8-33,5 %, удельный расход глубоких скважин на 1000 т запасов меньше на 34-35 %, а выход руды из 1 м глубокой скважины выше на 50-52 %. Однако, при этом система подэтажного самообрушения имеет существенное преимущество. Продолжительность подготовки запасов к очистной выемке при ней в 2-3 раза ниже, чем при системах этажного самообрушения. В целом системы с самообрушением рудного массива превышают лучшие достигнутые показатели, применяющихся в настоящее время систем разработки.

Выводы и направление дальнейших исследований. Рекомендуемые системы разработки позволяют эффективно производить отработку запасов богатых железных руд с самообрушением рудного массива в различных горно-геологических и горнотехнических условиях глубоких горизонтов шахт Кривбасса. Реализация их в производство позволит при подземной добыче руд резко сократить объемы бурения глубоких скважин и снизить объемы использования взрывчатых веществ.

Для реализации в производство рекомендуемых систем разработки с самообрушением рудного массива необходимо разработать типовые паспорта вышеуказанных систем разработки.

Рукопись поступила в редакцию 19.01.13