

Н.И. СТУПНИК, канд. техн. наук, проф., В.А. КАЛИНИЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»  
Е.К. ЯНОВ, ПАТ «Центральный горнообогатительный комбинат»

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕНСАЦИОННЫХ ПРОСТРАНСТВ

В работе предложены варианты шатровых компенсационных пространств и способы их формирования. Определено технологическое время существования обнажения шатровых подсечек.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Процессы образования разных по форме, размерам, расположением в блоках (панелях) и технологией подсечных и отрезных пространств являются характерными для подавляющего большинства систем разработки рудных месторождений и предшествуют началу развития основных очистных работ. Эти процессы являются необходимыми и очень важными, поскольку они в значительной мере влияют на эффективность очистной выемки и конечные технико-экономические показатели. Работы по образованию этих камер и щелей очень трудоемкие, нуждаются в значительно больших затратах материалов в сравнении с выемкой основной части запасов, поэтому степень этого влияния определяется их удельным весом в общих запасах выемочной единицы.

Подсечные и отрезные камеры, компенсационные пространства выполняют две основные функции:

Создание свободной обнаженной поверхности в рудном массиве.

Компенсация увеличения объема обрушенной при отбойке руды.

Одним из путей совершенствования технологии отработки месторождений Кривбасса на больших глубинах является разработка технологий формирования компенсационных пространств, обеспечивающих улучшение извлечения богатых железных руд из очистных блоков.

**Анализ исследований и публикаций.** Работы по образованию компенсационных камер достаточно трудоемкие и нуждаются в значительных затратах материалов и времени. Кроме этого, процесс образования компенсационных пространств является менее безопасным, по сравнению с массовой отбойкой руды.

По форме, размерам, технологии образования и ориентации в пространстве, компенсационные камеры могут быть горизонтальными, наклонными или вертикальными [1-4]. При всех равных условиях наиболее устойчивыми являются вертикальные компенсационные камеры, далее - наклонные и наименее устойчивые - горизонтальные.

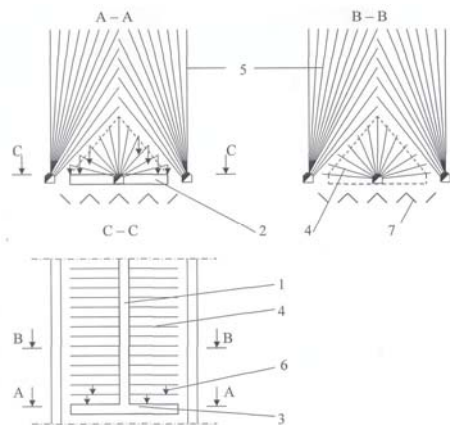
Исследованиями устойчивости камерных обнажений занимались многие ученые [5-8]. Однако, при всем многообразии работ, в литературных источниках нет сведений о шатровых подсечках и исследованиях по определению технологического времени существования обнажений шатровых компенсационных пространств.

**Постановка задачи.** Целью работы является совершенствование технологии формирования шатровых компенсационных пространств и определение технологического времени существования устойчивых обнажения шатровых подсечек.

**Изложение материала и результаты.** Авторами разработаны варианты компенсационных пространств, обладающих значительной устойчивостью обнажений и позволяющих за счет увеличения их размеров (объема) обеспечить более высокий коэффициент разрыхления руды. Сущность разработанных технологий заключается в следующем.

На рис. 1-3 представлена технология формирования двухсторонней наклонной шатровой подсечки, по своей форме напоминающей перевернутую на 180° траншейную подсечку. В связи с этим, предложено называть такую форму компенсационного пространства (шатровой подсечки) – «обратная траншея».

На рис. 1 предложен вариант образования шатровой подсечки с использованием компенсационного штрека. Сущность разработанного варианта заключается в следующем.



**Рис. 1.** Вариант образования шатровой подсечки «обратная траншея»; 1 - подсечной орт; 2 - компенсационный штрек; 3 - вертикальная треугольная отрезная щель; 4 - штанговые шпуров или скважины для образования подсечки «обратная траншея»; 5 - скважины для отбойки основного массива блока; 6 - направление отбойки; 7 - выпускные воронки

В центре блока (панели) на горизонте подсечки проходят подсечной орт 1 из которого на границе с лежащим (висячим) боком панели проходят компенсационный штрек 2. Из подсечного орта 1 выбуривают восходящие веера штанговых шпуров или скважин для формирования шатровой подсечки «обратная траншея». В первую очередь отбивают комплект вееров штанговых шпуров или скважин 4 на компенсационный штрек

2, вид А-А. После выпуска отбитой руды через выпускные воронки 7 образуется вертикальная треугольная отрезная щель 3 на которую отбивают вертикальные веера штанговых шпуров или скважин 4 для формирования подсечки «обратная траншея», вид В-В; С-С.

В последнюю очередь на образованную шатровую подсечку отбивают основной запас блока глубокими скважинами 5.

За счет формирования «обратной траншеи» с широким основанием обрушенная руда в нижней части подсечки (блока) не переуплотняется, обладает высоким коэффициентом разрыхления и характеризуется хорошими условиями выпуска.

Кроме этого, наклонные обнажения шатровой подсечки характеризуются высокой устойчивостью.

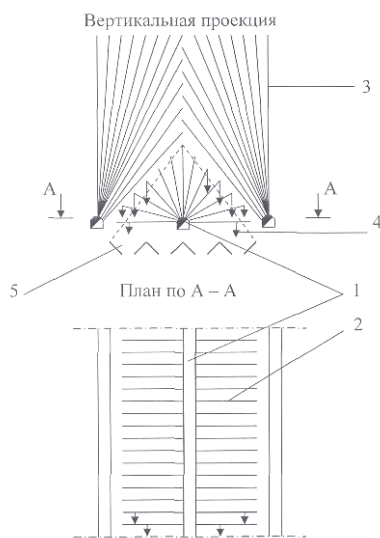
На рис. 2 предложен вариант образования подсечки «обратная траншея» без использования компенсационного штрека. Сущность разработанного варианта заключается в следующем.

В центре блока (панели) на горизонте подсечки проходят подсечной орт 1. Из подсечного орта 1 выбуривают восходящие веера штанговых шпуров или глубоких скважин 2 для формирования шатровой подсечки.

В первую очередь отбивают комплект вееров штанговых шпуров или скважин 2 на границе блока с одновременным (либо с отставанием) от разворота соответствующих воронок, вид А - А.

После выпуска отбитой руды через выпускные воронки 5 образуется вертикальная треугольная отрезная щель на которую отбивают вертикальные веера штанговых шпуров или скважин 2 с разворотом соответствующих воронок для формирования подсечки «обратная траншея».

В последнюю очередь на образованную подсечку отбивают основной запас блока глубокими скважинами 3.



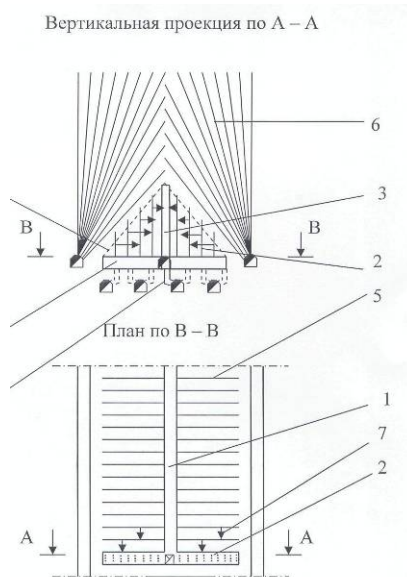
**Рис. 2.** Вариант образования подсечки «обратная траншея»; 1 – подсечной орт; 2 – штанговые шпуров или скважины для образования подсечки «обратная траншея»; 3 – скважины для отбойки основного массива блока; 4 – направление отбойки; 5 – выпускные воронки

На рис. 3 предложен вариант образования шатровой подсечки «обратная траншея» с использованием отрезного восстающего.

Сущность разработанного варианта заключается в следующем.

В центре блока (панели) на горизонте подсечки проходят подсечной орт 1, из которого на границе с лежащим (висячим) боком панели проходят отрезной штрек 9. На пересечении подсечного орта и отрезного штрека проходят отрезной восстающий 3. Из отрезного штрека бурят комплекты параллельных вертикальных скважин 2, которые последовательно взрывают на отрезной восстающий 3 формируя, тем самым, вертикальную треугольную отрезную щель 4.

Вертикальная проекция по А-А



**Рис. 3.** Вариант образования подсечки «обратная траншея»; 1 - подсечной орт; 2 - отрезной штрек; 3 - отрезной восстающий; 4 - вертикальная треугольная отрезная щель; 5 - штанговые шпуров или скважины для образования подсечки «обратная траншея»; 6 - скважины для отбойки основного массива блока; 7 - направление отбойки; 8 - дучки; 9 - отрезной штрек

Из подсечного орта 1 выбуривают восходящие веера штанговых шпуров или скважин 5, которые отбивают на образованную отрезную щель 4, формируя, таким образом, подсечку «обратная траншея». После частичного выпуска отбитой руды через выпускные воронки 8 отбивают основной запас блока вертикальными веерами глубоких скважин 6 на образованную подсечку.

Основным условием, определяющим возможность безопасного применения шатровых потолочин, является обеспечение устойчивости их обнажений на требуемый период отработки камеры.

Аналитические исследования устойчивости обнажения шатровой подсечки «обратная траншея» позволили определить время их безопасного существования.

Технологическое время существования обнажения определяется по эмпирическому выражению, мес.

$$t_c = 18,41 \exp[-0,94(S\sqrt{H} / f * 10^3)] k_{ум} - 0,019, \quad (1)$$

где  $S$  - площадь обнажения шатровой подсечки «обратная траншея»,  $m^2$ ;  $H$  - глубина расположения,  $m$ ;  $f$  - коэффициент крепости руды;  $k_{ум}$  - коэффициент, зависящий от формы шатровой подсечки, определяется из выражения

$$k_{ум} = \sqrt{2,68 + \cos \psi}, \quad (2)$$

где  $\psi$  - внутренний угол потолочины шатровой подсечки, град., при  $60^\circ \leq \psi \leq 120^\circ$ .

**Выводы.** Достоинством разработанных вариантов шатровой подсечки является малый удельный расход подсечных выработок за счет сокращения объема проходки подсечных (компенсационных) ортов, восстающего, буровой камеры.

Снижается динамический удар продуктов взрыва на днище блока за счет изменения направления обойки глубоких скважин с перпендикулярной на касательную. В связи с этим, снижаются требования к количеству выпущенной руды из днища блока при формировании шатровой подсечки «обратная траншея», в отличие от технологии формирования горизонтальной подсечки.

По сравнению с наклонной подсечкой предлагаемая технология характеризуется меньшей длиной штанговых шпуров или скважин, используемых для образования шатровой подсечки, а следовательно меньшим количеством ВВ в скважине, приходящемся на 1 ступень замедления, а следовательно и меньшей энергией взрыва и воздействия на днище блока при формировании самой подсечки.

Решающим преимуществом шатровой подсечки является увеличение площади обнажения, что положительно сказывается на эффективности отбойки основного запаса блока в условиях отработки глубоких горизонтов железорудных шахт.

При отбойке основного массива блока на шатровую подсечку «обратная траншея» осуществляется соударение встречных кусков руды с положительным эффектом ее дополнительного дробления.

По сравнению с вертикальной компенсационной камерой шатровая компенсационная камера «обратная траншея» позволяет исключить проходку отрезного восстающего, либо значительно уменьшить его высоту, что положительно сказывается на безопасности работ, поскольку проведение восстающих характеризуется повышенной опасностью работ, низкой производительностью труда и высоким расходом ВМ.

#### Список литературы

1. Чернокур В.Р. Добыча руды с поэтажным обрушением / В.Р. Чернокур, Г.С. Шкребок, В.И. Шелегада – М.: Недра, 1992. – 270 с.
2. Саворский П.К. Совершенствование технологии образования компенсационных щелей/П. К. Саворский // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1979. – № 3. С. 5- 8.

3. Определение геометрических параметров камерных систем разработки в Кривбассе со сводообразной и шатровой формами обнажения потолочин. - Инструкция. В.В. Цариковский, В.В. Сакович, П.И. Кишкин, А.Ф.Артеменко, А.Ф. Мигуль.- Кривой Рог: НИГРИ. – 1994. – 17 с.
  4. Розрахунки основних виробничих операцій, процесів та систем розробки рудних родовищ / В.К. Мартинов, М.Б. Федько. – Кривий Ріг: Мінерал, 2008. – 436 с.
  5. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород - М.: Недра, 1989. – 488 с.
  6. Ветров С.В. Допустимые размеры обнажений горных пород при подземной разработке руд – М.: Изд. «Наука», 1975. – 232 с.
  7. Трумбачев В.Ф., Мельников Е.А. Распределение напряжений в междукамерных целиках и потолочинах. – М.: Госгортехизд, 1961. – 102с.
  8. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. – М.: Недра, 1987. – 221с.
- Рукопись поступила в редакцию 10.04.12

УДК 622. 235

Ю.Г. ВИЛКУЛ, В.Г. БЛИЗНЮКОВ, доктора техн. наук, проф.

Ю.В. БРИГИНЕЦ<sup>1</sup>, инженер ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

### **БЕЗТРОТИЛОВОЕ ВВ «ИГДАНИТ МК-1»**

Предложено новое безопасное безтритиловое взрывчатое вещество «Игданит МК-1» для дробления горных пород в условиях шахт и карьеров. Описаны результаты испытания ВВ на различных стадиях апробации к промышленному использованию.

К настоящему времени в Кривбассе полностью реализована Целевая региональная комплексная программа перехода ГОКов на безтритиловые экологически чистые взрывчатые вещества (ВВ). В рамках этой программы научными сотрудниками АГН Украины и Криворожского национального университета предложено новое дешевое безтритиловое ВВ «Игданит МК-1». Изобретение относится к промышленным взрывчатым смесям (ВС), в частности, к простейшим ВС повышенной плотности для горнодобывающей промышленности и других отраслей.

Взрывная смесь "Игданит МК-1" содержит гранулированную аммиачную селитру, жидкое топливо, алюминисодержащий компонент (вторичный порошок) и мелкие отходы коксохимического производства. Согласно изобретению она дополнительно содержит шлам железосодержащий фракции до 0,7 мм или железный концентрат фракции до 0,7 мм, или агломерат широкой фракции до 0,7 мм, или ферросилиций такой же фракции. Как жидкое топливо смесь содержит дизельное топливо или отходы жидких отработанных масел плотностью не более 1 г/см<sup>3</sup>. В качестве алюминисодержащего компонента смесь содержит малое количество алюминия вторичного (порошка) или силикоалюминия (порошка), или кремния (порошка); а в качестве мелких отходов коксохимического производства - малое количество мелких отходов литейного кокса широкой фракции до 0,7 мм. Соотношение компонентов в процентах по массовой доле следующее:

жидкое топливо (дизельное топливо или отходы отработанных масел плотностью не более 1 г/см <sup>3</sup> )	2,0-2,3
алюминисодержащий компонент (порошок) алюминий (порошок) или алюминий вторичный (порошок), или силикоалюминий (порошок), или кремний (порошок)	0,01-1,0
мелкие отходы коксохимического производства (мелкие отходы литейного кокса широкой фракции до 0,7 мм)	0,7
шлам железосодержащий широкой фракции до 0,7 мм или железный концентрат широкой фракции до 0,7 мм, или агломерат широкой фракции до 0,7 мм, или ферросилиций широкой фракции до 0,7 мм	3,0
аммиачная селитра	остальное.

Взрывчатое вещество «Игданит МК-1» изготавливается механическим смешиванием компонентов, имеет темно-серый цвет с включением гранул аммиачной селитры, субстанция сыпучая, сухая. Взрывчатое вещество пригодно для заряжания шпуров и скважин механическим способом, пригодно для транспортировки сжатым воздухом с использованием

<sup>1</sup> © Вилкул Ю.Г., Близнаков В.Г., Бригинец Ю.В., 2012