

УДК 622.273

*Борщевский С.В., проф., д.т.н., Ланская Т. И., студ., Головнева Е. Е. асс.,  
ДонНТУ, г. Донецк, Украина*

## **СОЗДАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ЦЕЛИКОВ ПУТЕМ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАКЛАДОЧНЫХ МАССИВОВ В ОТРАБОТАННЫХ КАМЕРАХ ГИПСОВЫХ ШАХТ**

Зарубежный опыт добычи таких полезных ископаемых как гипс и калийные, каменные соли предусматривает повторное использование подземного техногенного пространства в различных вариантах [1, 2]. Самым перспективным из них является создание закладочных массивов на основе отходов горного производства с последующим извлечением полезного ископаемого из целиков.

Многообразие горнотехнических условий разработки месторождений предопределило создание нескольких способов возведения искусственного массива:

- твердеющая, возводимая литым, инъекционным, полураздельным способами;
- ледяная, с добавлением песка и дробленой породы;
- блочная;
- сухая, возводимая самотечным, механическим и пневматическим способами.

Для камерно-столбовой системы разработки наиболее рационально использовать полураздельный способ возведения искусственных массивов твердеющей закладкой. Его суть состоит в следующем: вяжущий раствор и крупнокусковой заполнитель подают к месту закладочных работ отдельно и смешивают их в процессе возведения искусственного массива [3].

Полураздельный способ состоит из двух технологических линий. Первая — приготовление вяжущего раствора и транспортирование его по трубам до выработанного пространства. Вторая — подготовка и транспортирование заполнителя по трубам сжатым воздухом, конвейерами, в вагонах, погрузочно-доставочными машинами. Смешивание материалов выполняют перед их подачей (или во время) в выработанное пространство путем соединения транспортных трубопроводов за 150—200 м до заполняемой камеры или при сбрасывании их в выработанное пространство.

Применение пневмооборудования обеспечивает исключительно хорошую полноту закладки под кровлю, что имеет значение для камерно-столбовой системы разработки на пологих месторождениях небольшой и средней

мощности; использование крупнокускового закладочного материала (отвальной породы) экономит вяжущий раствор и снижает затраты на подготовку заполнителя (его дробление).

Среди нескольких вариантов применения полураздельного способа в случае гипсовых шахт наиболее рациональной является конвейерная схема.

Впервые способ применили на Алтын-Топканском руднике, затем на трех свинцово-цинковых рудниках ПНР, применяющих камерно-столбовую систему разработки, в Австрии, Австралии, Италии и других странах. На шахте породу из закладочного бункера автосамосвалами подают на дробильную установку, затем конвейером в склад для закладочного материала, расположенный во вспомогательном бункере, где установлена телекамера. Конвейер оборудован весами. Из склада материал по породоспуску поступает на подземный конвейер, снабженный в пункте погрузки телекамерой. С главного конвейера закладочный материал подается участковыми конвейерами в отработанные камеры. Вяжущий раствор из отходов горного производства, воды, цемента и шлака разбрызгивается по породе в момент ее падения с конвейера в камеру, в результате чего получается равномерная по качеству цементирования масса. [4]

Перед началом формирования массива для предохранения горных выработок от проникновения закладки и раствора, а также создания дренажа и отвода воды из закладочного массива возводят перемычки, которые должны выдержать давление раствора.

Применяют при камерно-столбовой системе разработки из-за большого сечения камер бетонные и железобетонные перемычки. Закладку подают частями до покрытия перемычки на 1,3—1,5 ее высоты.

Железобетонные перемычки — рассчитывают как плиты, защемленные по контуру (рис. 1.) и свободно опертые по контуру. [3]

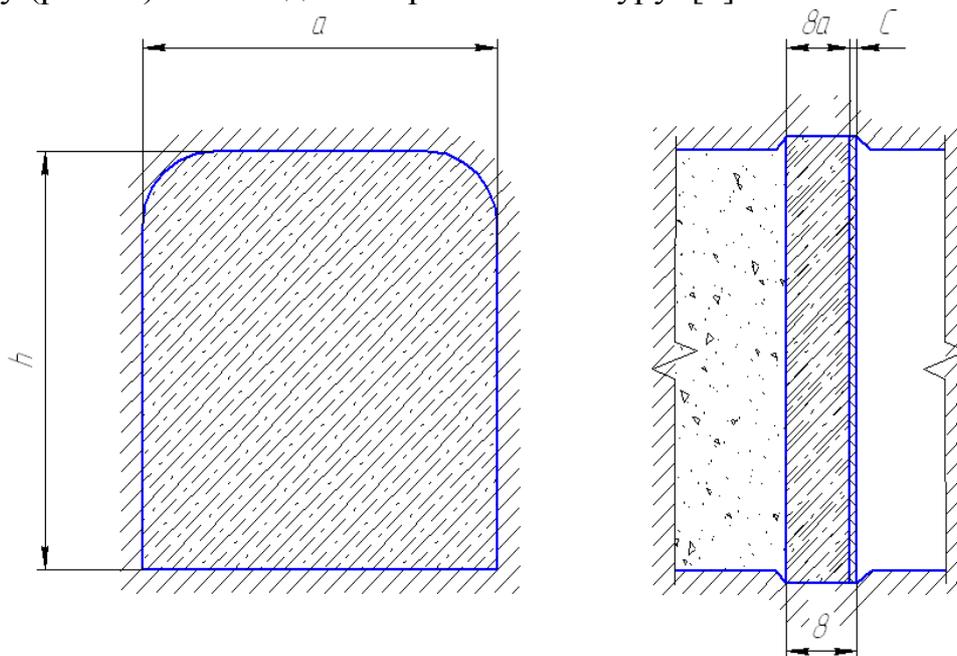


Рис. 1. Конструкция железобетонной изолирующей перемычки, защемленной по контуру

Давление на перемычку

$$P = p_n H_n \quad (1)$$

где  $p_n$  — давление, создаваемое столбом пульпы высотой 1 м, МПа;  $H_n$  — разность отметок между горизонтом установки перемычки и уровнем пульпы после остановки закладочных работ, м.

Расчет железобетонных перемычек сводится к определению толщины активной части бетонной перемычки и площади поперечного сечения арматуры.

Максимальные изгибающие моменты определяют по формулам:

$$M_1 = \frac{Pa^2}{Y_1} \quad (2)$$

$$M_2 = \frac{Ph^2}{Y_2} \quad (3)$$

где  $a$  — ширина перемычки, м;  $h$  — высота перемычки, м;  $Y$  — табличный коэффициент.

Расчетный максимальный изгибающий момент:

$$M_p = k' M_{\max} \quad (4)$$

где  $k' = 3,0$  коэффициент перегрузки;  $M_{\max}$  — наибольший из вычисленных изгибающих моментов по сечениям.

Предел прочности бетона на сжатие при изгибе

$$\sigma_H = K_\delta [\sigma_H] \quad (5)$$

где  $K_\delta$  — коэффициент однородности материала. Для бетона М300÷М600  $K_\sigma = 0,6$ ; для остальных марок  $K_\sigma = 0,55$ ;  $[\sigma_H]$  — нормативный предел прочности бетона на сжатие при изгибе, МПа.

Толщина активной части бетонной перемычки

$$\delta_a = 2,8r \sqrt{\frac{M_p}{1,1b}} \quad (6)$$

где  $r$  — табличный коэффициент;  $b$  — ширина сечения, м

Полная толщина перемычки

$$\delta = \delta_a + C \quad (7)$$

где  $C$  — толщина защитного слоя (принимается  $C = 5 \div 7$  см).

**Выводы.** 1. При формировании искусственных целиков в камерах гипсовой шахты с использованием твердеющей закладки полураздельным способом, важное значение, имеет смешивание раствора с заполнителем, которое можно довольно качественно осуществлять в процессе выгрузки и размещения материалов в выработанном пространстве.

2. В процессе размещения заполнитель делится по крупности: более крупные куски располагаются по периферии отсыпаемого конуса, где формируется зона

с повышенной пустотностью материала. В этой зоне концентрируется вязущий раствор, что обеспечивает устойчивость создаваемых целиков при больших сечениях камер.

3. Качество закладки в камерах большого сечения зависит от прочности и надежности возводимых железобетонных перемычек. Железобетонные перемычки, удерживающие закладку, следует рассчитывать как плиты, защемленные по контуру и свободно опертые по контуру.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ovidiu Stefan, Grigore Buia (Romania) The Use of the Underground Spaces for Fuel and Waste Disposal at Sasar Mine – Romania – Case Study // International Symposium on Geotechnological Issues of Underground Space Use for Environmentally Protected World 2001, NMUU, Dnipropetrovsk 2002. - p.345-347

2. Dudla Mykola (Poland) Selected Examples of Old Underground Mines Utilization // International Symposium on Geotechnological Issues of Underground Space Use for Environmentally Protected World 2001, NMUU, Dnipropetrovsk 2002. - p. 361-363

3. Закладочные работы в шахтах: Справочник/3-11 Под ред. Д.М. Бронникова, М.Н. Цыгалова. – М.: Недра, 1989. – 400с.

4. Совершенствование технологии добычи руд с закладкой (на рудниках Казахстана). - Алма-Ата. Наука. 1986.-146 с.

УДК 622.831.1

*Соколовский В.И., инж., Борщевский С.В., д.т.н., проф. Гончаренко В.В., студ., ДонНТУ, Донецк, Украина*

### **К ВОПРОСУ О ГЕОМЕХАНИКЕ РАЗРУШЕНИЯ И УКРЕПЛЕНИЯ ПОРОД ВОКРУГ НАКЛОННЫХ СТВОЛОВ**

Ряд угольных шахт Донбасса еще ведут отработку запасов угля с использованием наклонных стволов. В качестве примера, можно привести шахту им. 60-летия Великой Октябрьской Социалистической революции (ВОСР), №22 «Коммунарская» ш/у «Донбасс», шахты «Донпромбизнес», «Юзов», «Эксимэнерго» и др. Учитывая, что горные работы ведутся на глубинах 300-800 м при угле наклона стволов 8-15 градусов их протяженность достаточно большая и достигает 1400-3058 м (шахта им. 60-летия ВОСР).