

СПОСОБ ОДНОВРЕМЕННОЙ ПРОХОДКИ И КРЕПЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТОЛОВ ШАХТ

Главными причинами, не позволяющими осуществить одновременное производство работ по проходке и возведению постоянного крепления вертикальных стволов шахт, является падение в забой ствола шахты различных предметов (раствора, боя кирпича, породы и т. п.) через кольцевой зазор, который имеется между постоянным креплением и подвесным полком, с которого производится возведение постоянного крепления.

При самой осторожной работе по креплению и при самом тщательном перекрытии кольцевого зазора помощью отбрасывающихся сегментов и другими способами падение мелких предметов через кольцевой зазор настолько велико, что помимо утрачивания рабочими, задолженными в забое, чувства уверенности в безопасности работ имеют место и ушибы.

Открытый ствол на всю глубину от поверхности до подвесного полка, тем более при наличии большой глубины, просачивающейся воды из стен ствола, по которому движутся груженные и пустые букеты (бадьи) в забой ствола и на подвесной полк, создает видимую опасность. Сознание этой опасности парализующе действует на рабочих, задолженных на подвесном полке по возведению постоянного крепления.

Приведенные условия работ ни в какой степени не гарантируют от несчастных случаев людей, задолженных в проходке. С целью создания наиболее безопасных условий для рабочих, задолженных при одновременной проходке и креплении стволов шахт, что даст полную возможность при наибольшей безопасности осуществить указанные работы, нами предлагается следующий способ.

Кольцевой зазор между постоянным креплением и ободом подвесного полка заполняется пневматической шиной (дет. 1). Шина изготавливается из кожи или плотной материи. Шина со стороны внутренней окружности по всей ее длине имеет прорез. Прорез изнутри перекрывается клапаном. По краям прореза имеются отверстия, через которые протягиваются шнуры, помощью которых концы шины стягиваются один к другому после того, когда во внутрь шины будет введена резиновая камера. В камеру через штуцер нагнетается воздух или помощью ручного насоса или от воздухопровода через редукционный клапан.

Перед передвижением подвесного полка по стволу воздух из шины выпускается и шина помощью опорных крючьев (дет. 2) вытаскивается на полк. Шина в кольцевом зазоре удерживается опорными крючьями (2) и подвесками (дет. 3). Подвески укреплены к ободу полка.

Опорные крючья помещаются в деревянных направляющих, укрепленных к внешней поверхности обода подвесного полка. Внешние стороны деревянных направляющих скошены на-нет для более плотного и плавного прилегания шины к внешней плоскости обода полка. В опорных крючьях и подвесках шина обгибается полосами кожи или плотной материи.

Опорные крючья располагаются в расстоянии 1 м друг от друга. В промежутках между ними располагаются подвески.

Шина, раздуваемая изнутри находящимся в ней сжатым воздухом, совершенно герметично перекрывает кольцевой зазор и таким образом устраняет возможность падения через кольцевой зазор каких бы то ни было предметов в забой ствола шахты.

Ориентировочный расчет проволок, составляющих сетку

Потенциальную энергию каждой проволоки сетки принимаем:

$$V_p = \frac{p^2 FL^1}{2E}$$

где p —напряжение на 1 мм^2 при разрыве, F —площадь сечения одной проволоки, L —длина проволоки, E —модуль упругости стали.

Кинетическая энергия груза, падающего с высоты H , в момент действия удара о сетку, который вызовет в проволоках сетки растяжение, будет равна:

$$V_k = \frac{QV^2 L}{2g}$$

Растягивающее усилие в каждой из сторон натянутой проволоки, вызванное действием кинетической энергии, будет равно:

$$V_k = \frac{QV^2}{2g \cdot 2 \sin \alpha}$$

где α —угол между первоначальным положением оси спирали и положением оси проволоки при спрямленной спирали. Величину этого угла мы можем получить какою угодно при скручивании спирально проволок. Весом проволок пренебрегаем.

Приравняв действие кинетической энергии на проволоку потенциальной энергии проволоки спрямленной спирали, получим:

$$V_k = V_p = \frac{QV^2}{2g \cdot 2 \sin \alpha} = \frac{np^2 FL}{2E}$$

откуда

$$F = \frac{QV^2 E}{np^2 Lg \cdot 2 \sin \alpha}$$

Подставим в последнюю формулу заданные и известные нам цифровые данные: $Q = 10 \text{ кг}$, $H = 30 \text{ м}$, или $V^2 = 2gH = 2 \cdot 9,81 \cdot 30 = 588 \text{ м/сек}$, $E = 22\,000 \text{ кг/мм}^2$, $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$, n —число проволок, которые будут подвержены разрыву упавшим на сетку предметом. Количество проволок мы найдем на основании следующих рассуждений.

Наиболее опасной формой задерживаемых сеткой тел является клинообразная форма. Поэтому будем считать, что падающее тело ударится о сетку выступом с какой-либо стороны клинообразным выступом. Принимая площадь очка сетки в 1 см^2 , допустим, что клинообразным выступом тело покроет как минимум двенадцать взаимно перпендикулярных проволок сетки или площадь $8 \times 8 = 64 \text{ см}^2$, p —напряжение при разрыве проволоки, равное 180 кг/мм^2 (из лучшей стали), l —длина проволоки равна $2,7 \text{ м}$ при стреле прогиба в один метр спрямленной спирали, $\sin \alpha = 0,37$, тогда получим:

$$\frac{\pi d^2}{4} = F = \frac{10 \cdot 588 \cdot 22\,000}{12 \cdot 32\,400 \cdot 2,7 \cdot 9,81 \cdot 2 \cdot 0,37} = \frac{129\,360\,000}{7\,387\,200} = 17,5 \text{ мм}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{17,5 \cdot 4}{3,14}} = 4,84 \text{ мм.}$$

Расчет обода полка

Обод полка четырьмя тросами укрепляется к канату. Обод полка вследствие своего собственного веса, веса сеток, веса арматуры будет стремиться прогнуться по оси, проходящей в направлении диаметра полка между точками привеса (см. черт. на стр. 37). Поэтому мы обод полка будем рассматривать как равномерно нагруженную указанным весом балку с опертыми концами в точках привеса. За нагрузку балки примем половину веса полка.

Нагруженная таким образом балка статической нагрузкой должна подвергнуться удару. Это будет наиболее опасным моментом в работе обода полка (см. черт. на стр. 37).

Швеллер пролетом

$$\frac{\pi d}{4} = \frac{3,14 \cdot 5}{4} \sim \frac{16}{4} = 4 \text{ м}$$

¹ См. «Курс сопрог. мат.» проф. Тимошенко, 2-е изд., стр. 13.

где πd —длина по окружности внутреннего обода, 4—части окружности между четырьмя точками привеса обода полка, будет нагружен статической нагрузкой, равной:

$$806^1 : 2 = 403 \text{ кг}$$

Момент сопротивления для пролета получим из формулы:

$$W = \frac{PL}{12p}$$

где W —момент сопротивления, P —равномерная по всей длине балки нагрузка, L —длина балки и p —временное сопротивление изгибу. Подставив в формулу наши данные, получим:

$$W = \frac{403 \cdot 400}{12 \cdot 3300} \cong 4 \text{ см}^3$$

Полученный момент сопротивления соответствует моменту сопротивления швеллера № 3.

Размер швеллера для обода полка, при условии удара посредине его падающим телом, мы получим из формулы:

$$\frac{QV^2}{2g} = \frac{R^2 LI}{6a^2 E},$$

где Q —вес падающего груза, равный 10 кг; V —конечная скорость в момент удара, равная 588 м/сек², g —ускорение, равное 9,81 м/сек², R —допускаемое напряжение при изгибе, равное 300 кг/мм², L —длина пролета, равная 4 м, I —момент инерции, a —расстояние от нейтральной линии до наиболее удаленного волокна и E —модуль упругости железа, равный 22 000 кг/мм².

Так как в нашей формуле являются неизвестными I и a , то при определении профиля швеллера мы будем подбирать таковые по R . Возьмем швеллер № 3, тогда получим:

$$R = \sqrt{\frac{QV^2 \cdot 6a^2 E}{LI \cdot 2g}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 588 \cdot 6 \cdot 225 \cdot 22000}{400 \cdot 6,39 \cdot 2 \cdot 9,81}} = \sqrt{\frac{17463600000}{50148}} \cong 600 \text{ кг/см}^2$$

что является вполне допустимым.

Сложив моменты сопротивлений для статической и динамической нагрузок, получим:

$$4,0 + 4,3 = 8,3 \text{ см}^3$$

Такому моменту сопротивления соответствует момент сопротивления швеллера № 5.

Примерный вес сетчатого подвешного полка

№	Наименование частей	Размер	Единицы измерения	Количество единиц измерения	Вес в кг единицы измерения	Всего веса, кг
1	Внешний обод (швеллер)	№ 5	кг/пог. м	19	5,6	106
2	Внутренний обод (швеллер)	№ 8	»	16	5,6	89
3	Угольник для прикрепления сеток к внешнему ободу	№ 4	»	19	2,4	45
4	Полосовое железо для прикрепления сеток к внутреннему ободу	45 мм × 10 см	»	16	3,5	56
5	Сетка из проволоки толщ. 5 мм	—	кг/м ²	20	18,5	370
6	Сетка из проволоки толщ. 1 мм	—	»	20	2,0	40
7	Прицепное устройство	—	—	—	—	75
8	Мелкие части	—	—	—	—	25
Итого		—	—	—	—	8,06

Примечание: Вторая сетка имеет очки 0,5×0,5 см.

¹ Вес полка. См. таблицу.

² См. «Курс сопрот. мат.» проф. Тимошенко, 2-е изд., стр. 428.

При пользовании нашим способом производства работ по проходке шахт желательно в целях экономии времени иметь наибольшие по глубине заходки, закрепленные временной крепью. Это необходимо для того, чтобы подвесной полук установили для возведения с него постоянного крепления на такой высоте над забоем проходки, чтобы взрывная волна при взрыве шпуров не могла повредить полка.

Кроме того желательно взрывание шпуров вести пистонами замедленного действия и иметь небольшие заряды.

Если по тем или иным соображениям этих условий выполнить не представится возможным, тогда придется каждый раз на время паления шпуров приподнимать подвесной полук на безопасную для полка высоту над забоем ствола шахты и потом опускать его. На эти операции будет тратиться время.

Для того чтобы подвесной полук находился на возможно небольшой высоте над забоем ствола шахты, необходимо опалубку полка иметь не сплошную, а состоящую из отдельных ляд, для того чтобы на время паления шпуров поднимать эти ляды, ставить в вертикальное положение, подвешивая их к сетчатому полку, и таким образом давать взрывной волне возможность свободно проходить через полук.

Когда будет выбрано место для закладки башмака для постоянного крепления, к этому месту спускается подвесной полук и с него готовится углубление для башмака и производится выкладка его. В это время работы в забое не производятся. Для того чтобы не останавливать работ в забое проходки на время производства углубления для башмака, желательно эти углубления производить попутно с продвижением забоя проходки, если позволят породы.

Когда башмак будет выведен на такую высоту, что можно будет ввести в кольцевой зазор между креплением и ободом полка пневматическую шину, тогда последняя заводится и возобновляются работы в забое проходки, которые ведутся одновременно с работой по возведению постоянного крепления.

Перед зарядкой бурок работы по возведению постоянного крепления прекращаются, полук очищается, из пневматической шины выпускается воздух, шина вынимается из кольцевого зазора и располагается по борту полка или выдается на поверхность. Ляды, представляющие опалубку полка, ставятся в вертикальное положение.

После выпала шпуров во время проветривания забоя подвесной полук приводится в рабочее положение.

Для того чтобы можно было пневматическую шину выдавать на поверхность и вновь заводить ее, тяги, на которых подвешивается полук, снабжаются винтовыми стяжками, для того чтобы возможно было по очереди ослабить каждую тягу, отцепить крючок от обода полка и таким образом переложить шину на полук.

Работы по возведению постоянного крепления обслуживаются отдельной подъемной машиной.

Направляющие канаты для букетов укрепляются или к подвесному рабочему полку или к специальной раме, находящейся ниже полка. Сетчатый предохранительный полук имеет соответствующие отверстия для прохода букетов на полук. Направляющая рамка задерживается сетчатым полком.

Букеты, обслуживающие забой проходки, проходят в своих направляющих канатах через соответствующие отверстия в сетчатом предохранительном полке и в подвесном рабочем полке.

Направляющие канаты укрепляются к той же раме, к которой укреплены канаты для букетов, обслуживающих крепление шахты.

Для большей осторожности пространства между сетчатым и рабочим полками, в которых проходят букеты в забой шахты, отгораживаются сетками (дет. 7).

С рабочего подвесного полка спускается канатная лестница в забой шахты. В полке имеется над лестницей соответствующее отверстие, перекрываемое лядой.

Для прохода подвесного насоса через полки в полках оставляются отверстия, которые перекрываются в сетчатом полке сетчатым щитом, а в рабочем полке — лядой.