

УДК 622.281.43:622.28.042.5

М. Д. Войтов, П. М. Будников, А. И. Шаповалова

СБОРНАЯ КОЛЬЦЕВАЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ КРЕПЬ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Работы, осуществляемые при строительстве стволов, характеризуются большой сложностью и трудоемкостью, что обусловлено некоторыми особенностями: стесненными условиями выполнения технологических процессов, зачастую большой глубиной стволов, необходимостью применения подвесного горногопроходческого оборудования и частым перемещением его по глубине, наличием притоков воды в ствол и другими факторами.

По указанным причинам на возведение ствола приходится иногда до 20 % общей стоимости и 50 – 60 % продолжительности строительства предприятия в целом. В связи с этим обобщение передового опыта и внедрения прогрессивной техники и технологии работ при строительстве стволов имеет большое значение. На сегодняшний день наилучшим образом это реализовано при строительстве в горнорудных отраслях промышленности (особенно при возведении глубоких стволов) [1].

В настоящее время при проведении вертикальных стволов в России, а в частности в Кузбассе, зачастую применяют монолитную бетонную крепь.

В середине XX века кольцевая железобетонная крепь применялась для крепления стволов малого диаметра (3 – 5 м), сооружаемых способом бурения [2]. Так, например, в штате Невада (США) кольцевая железобетонная крепь установлена в стволе глубиной 1560 м и диаметром 3,5 м вчерне (1,37 м в свету).

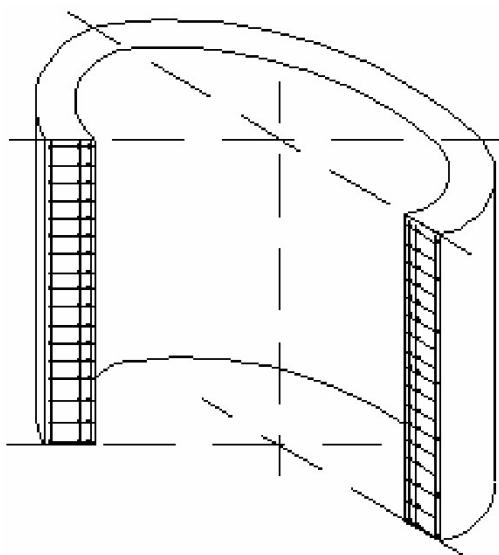


Рис. 1. Общий вид конструкции железобетонного кольца

Составляющей частью такой крепи является железобетонное кольцо высотой 2,5 м, толщиной 0,15 м. Широкого применения кольцевая железобетонная крепь не нашла в те годы, т.к. была разработана для проходки стволов бурением.

Сегодня предложено разработать кольцевую железобетонную крепь для крепления стволов диаметром 5 – 8 м, пройденных буровзрывным способом (т.к. этот способ является наиболее распространенным в Кузбассе).

Общий вид конструкции железобетонного кольца представлен на рис. 1.

Авторами предлагается один из возможных вариантов расчета кольцевой железобетонной крепи.

Горизонтальная (радиальная) нагрузка от горного давления на крепь протяженной части вертикальной выработки определяется согласно СНиП II-94-80 «Подземные горные выработки» [3]. При известных горно-геологических условиях строительства горизонтальная (радиальная) нагрузка от горного давления на крепь протяженной части вертикальной выработки становится исходным данным для расчета кольцевой железобетонной крепи.

Для выполнения расчета железобетонного кольца необходимо из этого кольца вырезать элементарный сегмент, который представляет собой свободно опертую элементарную балку.

Расчетная схема железобетонного кольца представлена на рис. 2.

Расчетная распределительная нагрузка на элементарную балку определится из выражения

$$q_g = \frac{P_g}{dL}, \quad (1)$$

где P_g – расчетная горизонтальная (радиальная) нагрузка от горного давления на крепь протяженной части ствола вне зоны влияния очистных работ;

$$dL = 2\pi dr \quad (2)$$

– длина элементарной расчетной балки ;

dr – дифференциал от внутреннего радиуса железобетонного кольца.

Максимальный элементарный изгибающий момент, действующий на элементарную балку, будет определяться из выражения [4]:

$$dM_{max} = q_g \frac{(dL)^2}{8}. \quad (3)$$

Подстановкой (1) и (2) в (3) получается

$$dM_{max} = \frac{P_g}{dL} \cdot \frac{(dL)^2}{8} = P_g \frac{dL}{8} = P_g \frac{2\pi dr}{8}. \quad (4)$$

Интегрированием (4) получается формула для определения максимального изгибающего момента в железобетонном кольце

$$M_{max} = \frac{P_g \pi r}{4}. \quad (5)$$

По найденной величине момента, согласно [4], определяется табличный коэффициент

$$A_0 = \frac{M_{max}}{R_b b h_0^2}, \quad (6)$$

где h_0 – рабочая высота сечения

$$h_0 = h - a;$$

a – защитный слой бетона.

Полученный коэффициент сравнивается с граничной величиной сжатой зоны бетона, определяемой по формуле

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)}, \quad (7)$$

где ω – характеристика деформационных свойств бетона сжатой зоны, определяется по формуле

$$\omega = \alpha \cdot 0.008 R_b;$$

α – коэффициент, принимаемый равным 0,85 для тяжелого бетона;

σ_{sR} – расчетное напряжение в арматуре;

$\sigma_{sc,u}$ – предельное напряжение в арматуре.

По найденному коэффициенту A_0 , используя табличные данные [4], определяется коэффициент η и вычисляется требуемая площадь арматуры по формуле

$$A_s = \frac{M_{max}}{R_s \eta \cdot h_0}, \quad (8)$$

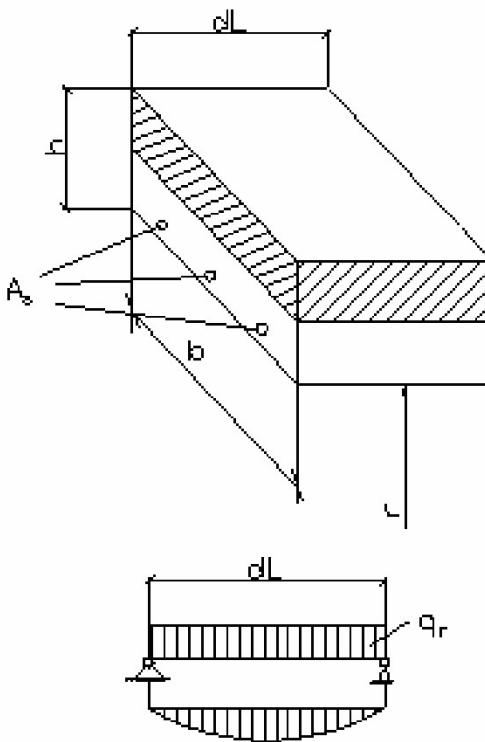


Рис. 2 . Расчетная схема железобетонного кольца

где R_s – расчетное сопротивление арматуры.

По полученным результатам принимаются параметры армирования железобетонного кольца.

По полученным данным, рассматриваемой методикой, произведен расчет массы железобетонного кольца внутренним диаметром 6,0 м, толщиной 0,3 м, высотой 3,0 м, которая составила около 20 тонн, а также рассчитана стоимость кольца, состоящая, приблизительно, 130 тыс. руб. в ценах 2007 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология строительства подземных сооружений. Строительство вертикальных выработок : учеб. для вузов / И. Д. Насонов, В. И. Ресин, М. Н. Шуплик, В. А. Федюкин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Академии горных наук, 1998. – 294 с.
2. Булычев, Н. С. Крепь вертикальных стволов шахт / Н. С. Булычев, Х. И. Абрамсон. – М. : Недра, 1973. – 301 с.
3. СНиП II-94-80. Подземные горные выработки. Нормы проектирования. –М.: Стройиздат, 1982. – 31 с.
4. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций. –М.: Стройиздат, 1989. –506 с.

□ Авторы статьи:

Войтов
Михаил Данилович
– канд. техн. наук, доц. каф. строительства подземных сооружений и шахт

Будников
Павел Михайлович
– старший преп. каф. строительства подземных сооружений и шахт

Шаповалова
Анна Игоревна
– студентка пятого курса
факультета наземного и подземного строительства