

УДК 622.281.5 (088.8)

Л.В. Кутенков, Л.Л. Прокудина

К ВОПРОСУ О НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОДАТЛИВОГО ОГРАЖДЕНИЯ ШАХТНОЙ КРЕПИ

Разработанное в КузГТУ податливое железобетонное ограждение (затяжка)[1], изображенное на рис. 1, представляет собой железобетонный стержень длиной около 1 м и шириной 0,1 м, укладываемый на смежные рамы шахтной крепи.

По концам стержень имеет утолщения - выступы - захваты для прочного удержания его концов на рамках крепи после исчерпания податливости.

Конструктивные особенности затяжки (наличие прокладок в зоне сжатия бетона, единственный стержень рабочей арматуры, два стержня арматуры обратной жесткости, выполненной из проволоки диаметром 1,5-2 мм, фактически не изменяют точностью расчета ее компонентов (несущей арматуры и бетонного массива) по сравнению с расчетом обычных железобетонных балок с одиночной арматурой. В особом положении находятся поперечные прокладки, которые деформируются либо упруго, либо упруго-пластически. Арматура и бетон являются стабильными компонентами затяжки и принимаются по маркам и прочности, соответствующими принимаемым в настоящее время для обычных жестких затяжек.

Материал поперечных прокладок является поисковым и может служить предметом исследований как в настоящее время, так и в будущем. Основные требования к материалу прокладок состоят в следующем:

а) модуль упругости при сжатии должен быть как можно большим и приближаться к модулю упругости бетона;

б) предел пластичности, если используется пластический материал, должен достигаться при нагрузках на 15-20% меньше нагрузок, при которых наступает хрупкое разрушение бетона.

За базовый прототип затяжки принята обычная жесткая затяжка толщиной 50 мм и шириной 100 мм.

Незначительная ширина способствует укладке затяжек в шахматном порядке вразбежку, а также придает гибкость в поперечном направлении. Влияние арматуры, обратной жесткости, ввиду ее незначительной толщины, в расчетах не учитывается.

Ввиду изложенного, исходный расчет железобетонной затяжки может быть выполнен как расчет на изгиб железобетонных балок прямоугольного сечения с одиночной арматурой,

нагруженной равномерно распределенной по длине нагружкой. Максимальный изгибающий момент находится в середине балки [1] и равен

$$M = \frac{q l^2}{g} \quad (1)$$

где q - величина равномерно распределенной нагрузки;

l - пролет между опорами балки. ~~модуль упругости при сжатии должен~~

Расчетная схема работы затяжки на изгиб приводится на рис.2.

Формула, выражающая условие прочности, имеет вид

$$M = b \cdot x R_u (h_0 - x/2) \quad (2)$$

где R_u - расчетное сопротивление бетона при изгибе; b , x , h_0 понятны из схемы.

Положение нейтральной оси определяется из условия

$$R_a F_a = b x R_u \quad (3)$$

где R_a - расчетное сопротивление арматуры; F_a - площадь поперечного сечения растянутой арматуры.

Решив это уравнение относительно x , получим

$$x = \frac{R_a F_a}{b R_u} \quad (4)$$

Условием применимости расчетных формул (2-3) является неравенство:

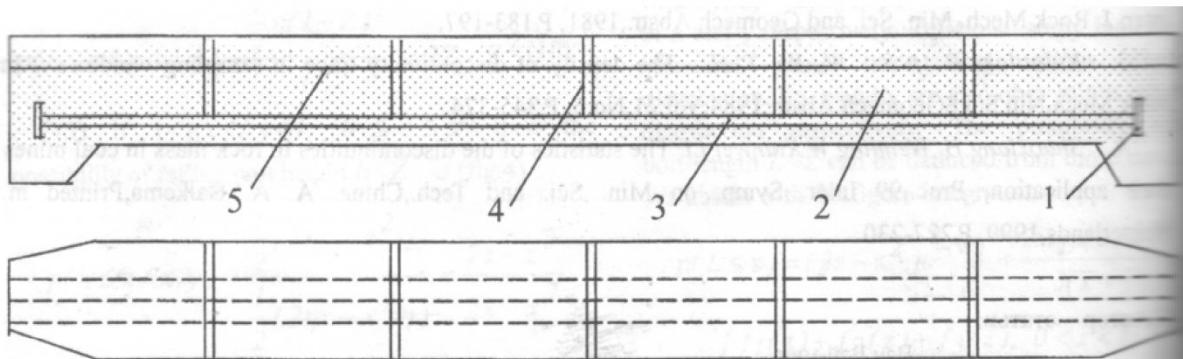


Рис. 1 Конструкция податливой железобетонной затяжки: 1-выступы-захваты; 2-блоки; 3-стержень несущей арматуры; 4-деформируемая прокладка; 5-арматура обратной жесткости

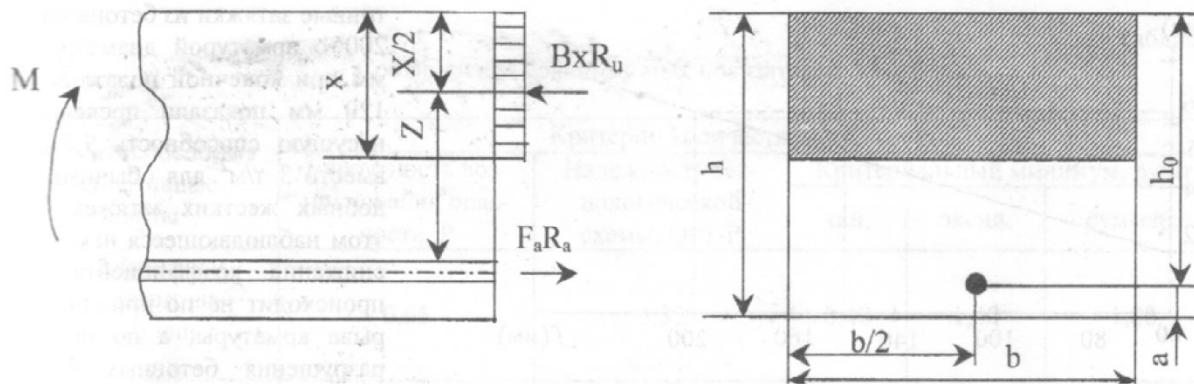


Рис. 2. Расчетная схема работы затяжки на изгиб

$$x < 0.55 h_0 \quad (5)$$

Для того, чтобы податливая затяжка работала наиболее эффективно, необходимо использование арматуры с расчетным сопротивлением $R_a = 8000-10000$ кг/см². Это обусловлено, прежде всего, тем, что рабочая арматура в ней выполнена в виде единственного центрально расположенного стержня.

При прогибе затяжки после того, как захваты выступы войдут в соприкосновение с боковыми стенками рамы крепи, податливый режим работы ее переходит в жесткий как растяжение гибкой нити под действием равномерно распределенной нагрузки. Роль нити выполняет при этом арматурный стержень. Подобная схема изображена на рис.3.

Горизонтальное натяжение нити составит [2]:

$$H = \frac{q l^2}{8f}, \quad (6)$$

где q - равномерно распределенной нагрузки; λ - длина пролета; f - стрела провисания (податливость затяжки).

При малом провисании (для пологих кривых с $\Delta l < 0.1-1$) нити с достаточной для практики степенью точности можно считать, что усилие в нити постоянно по длине и равно ее горизонтальному натяжению H [2].

Для сопоставления несущей способности жесткой затяжки с податливой при работе в жестком режиме из (6) найдем q и обозначим его через q_2

$$q_2 = \frac{8H \cdot f}{l^2} \quad (7)$$

Из выражения (1) найдем q и обозначим его через q_1 как расчетную равномерно распределенную нагрузку для жесткой железобетонной затяжки:

$$q_1 = \frac{8M}{l^2} \quad (8)$$

Вместо M в этом выражении подставим равное ему значение из выражения (2), предварительно заменив в нем R_u на равное ему значение $R_a F_a / bx$ из выражения (3). Тогда

$$q_1 = \frac{8R_a F_a (b_0 - x/2)}{l^2} \quad (9)$$

В выражение (7) вместо H подставим расчетное усилие в арматурном стержне $R_a F_a$ и возьмем отношение q_2 к q_1 . Тогда

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{f}{h_0 - x/2} \quad (10)$$

Из выражения (5) возьмем $x = 0.55 h_0$ и заменим его в выражении (10). Правомерность такого выбора подтверждается тем, что при всех расчетах железобетонных конструкций стремятся максимально прибли-

зить к значению, равному $0.55 h_0$. Поскольку h_0 в исследуемой затяжке составляет 40 мм, то выражение (10) получает вид:

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{f}{29} \quad (11)$$

откуда

$$q_2 = q_1 \frac{f}{29} \quad (12)$$

Анализ выражения (12) показывает, что конечная несущая способность податливой затяжки q_2 пропорциональна ее прогибу f .

Обозначим отношения q_2 к q_{lr} через «/и» и назовем его коэффициентом увеличения несущей способности ограждения при работе его в жестком режиме после исчерпания податливости. тогда из (11) получим:

$$m = \frac{f}{29} \quad (13)$$

Для наглядного представления зависимости (13) приведена на рис.4.

Как видно из графика, податливая затяжка при изменении ее податливости от 60 до 150 мм увеличивает конечную несущую способность по арматуре от двух до 5 раз.

Проведенные лабораторные испытания податливых затяжек на конечную несущую способность опытных экземпляров подтвердили отмеченную выше закономерность ее возрастания. Так, изготовленные железобетонные затяжки из бетона марки 200 с арматурой диаметром 5 мм при конечной подат-

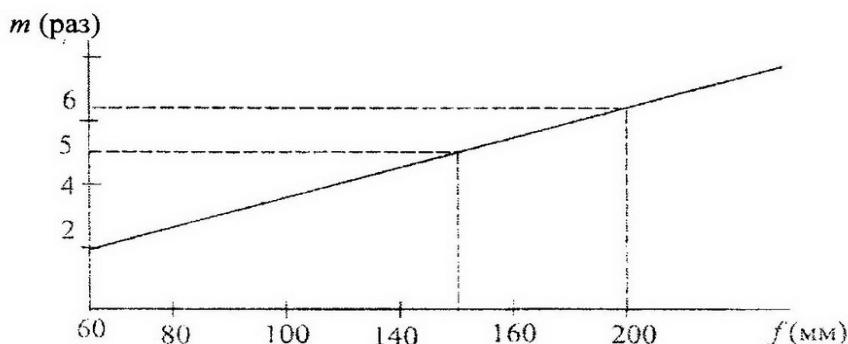


Рис. 4. График зависимости коэффициента «*m*» от стрелы прогиба затяжки

Для наглядного представления зависимость (13) приведена на рис.4.

Как видно из графика, податливая затяжка при изменении ее податливости от 60 до 150 мм увеличивает конечную несущую способность по арма-

туре от двух до 5 раз.

Проведенные лабораторные испытания податливых затяжек на конечную несущую способность опытных экземпляров подтвердили отмеченную выше закономерность ее возрастания. Так, изготовленные железобе-

тонные затяжки из бетона марки 200 с арматурой диаметром 5 мм при конечной податливости 120 мм показали предельную несущую способность 9,7 т/м² вместо 3 т/м² для обычных подобных жестких затяжек. При этом наблюдающееся некоторое снижение коэффициента «*m*» происходит не по причине разрыва арматуры, а по причине разрушения бетонных блоков вдоль затяжки по оси симметрии ее в вертикальной плоскости, совпадающей с арматурой. Ввиду этого при дальнейших испытаниях затяжек на прочность целесообразным является использование бетона более высоких марок по прочности 400÷500.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кутенков Л.В. Исследование условий работы и совершенствование крепи горизонтальных подготовительных выработок нижних горизонтов шахт объединения «Кузбассуголь». Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Кемерово, КузГТУ, 1975.
2. Писаренко Г.С. и др. «Сопротивление материалов», учебник для вузов, Киев, Вища школа, 1986
3. Кутенков Л.В. и др. а.с № 474625 Железобетонная шахтная затяжка. Бюллентень «Открытия, изображения, промышленные образцы, товарные знаки», №23, 1975

Авторы статьи:

Кутенков
Лев Васильевич
- канд. техн. наук, доц. каф. сопротивление материалов

Прокудина
Лилия Львовна
- канд. экон. наук, доц.
каф. технологии строительного производства

УДК [(338.5:62.192) : (574:502.55)]:614.841.33

В.А.Бонецкий

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ШАХТ

Согласно действующему закону Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» (М., № 2060-1, 19 декабря 1991 г.) «... финансирование и осуществление работ по всем проектам и программам производятся только при наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы» (статья 36, п.2).

Это осуществимо лишь при наличии окончательных, забла-

говременно подготовленных научно обоснованных материалов количественной оценки каждого конкурентоспособного варианта для всех проектов социально-экономического развития. В реальности же на основании результатов согласования проектов в Институте по безопасности ВостНИИ:

- банковские учреждения открывают финансирование при наличии «любого утвержденного проекта»;

- проектировщики при договорной цене за проект заинтересованы в кратчайшие сроки «выполнить» удешевленный проект в одном варианте, что вполне устраивает договаривающиеся стороны;

- производственники, открыв финансирование этого «проекта» в банке, расходуют выделенные средства по своему усмотрению, т.к. действенный экологический контроль (см. раздел X назван-