Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVII, вып. 1, 1969 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ НА ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ РАССТРЕЛ

Т. А. Пономарева

Несмотря на то, что в настоящее время подъемные сосуды оборудуются парашютами с тормозными канатами, еще существует много шахтных подъемных сосудов, оснащенных парашютами, которые при срабатывании захватывают проводник.

Согласно проекту ГОСТа только с 1972 г. предполагается выпуск подъемных сосудов с парашютами, которые при срабатывании захватывают специальные тормозные канаты. Однако и тогда останется еще много шахт, на которых нельзя произвести соответствующую реконструкцию. А значит сохраняется необходимость и актуальность совершенствования существующих методов расчета жестких направляющих.

В случае использования жесткой армировки шахтного ствола в качестве опорной системы при улавливании оборвавшейся клети встречаются случаи, когда расчетным расстрелом является не крайний (*B* или *D* на рисунке *а*), а один из промежуточных расстрелов.

В настоящей работе дается прием, позволяющий упростить решение этой задачи по сравнению с известными методами *.

Рассмотрим симметричную систему, состоящую из расстрелов $n', \ldots, 1^1, 0, 1, \ldots, i, \ldots, n$ (рисунок *а*) и проводника. Разрежем проводник между расстрелами 0 и 1^1 в точке *b* и между расстрелами 0 и 1 в точке *c*, заменив действие отброшенных связей двумя лишними неизвестными X_b и X_c (рисунок, *б*). Для полученной таким образом основной системы канонические уравнения метода сил будут

$$\left.\begin{aligned} X_b\delta_{bb}+X_c\delta_{cc}+\Delta_{bP}=0,\\ X_b\delta_{cb}+X_c\delta_{cc}+\Delta_{cP}=0,\end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

где δ_{bb}—взаимное сближение смежных сечений проводника в месте разреза *b* между расстрелами 0 и 1^1 при действии силы $X_b=1$; δ_{bc}—взаимное сближение тех же сечений от действия силы $X_c=1$; Δ_{bP}—взаимное сближение тех же сечений от действия силы $P=1$, приложенной в точке *A*; δ_{cc}—взаимное сближение смежных сечений проводника в месте разреза *c* между расстрелами 0 и 1 при действии $X_c=1$; δ_{cb}—взаимное сближение тех же сечений от действия

* Шульгин И. М., Мищенко Н. В. К вопросу о расчете расстрелов стволов шахт. Горн. ж. № 1, 1937.

Дьяконов Н. Н. О распределении нагрузки между проводниками и расстрелами стволов шахт при улавливании клети парашютами. Госиздат, УзССР, 1955.

силы $X_b=1$; Δ_{cP}—взаимное сближение тех же сечений от действия силы $P=1$, приложенной в точке A.

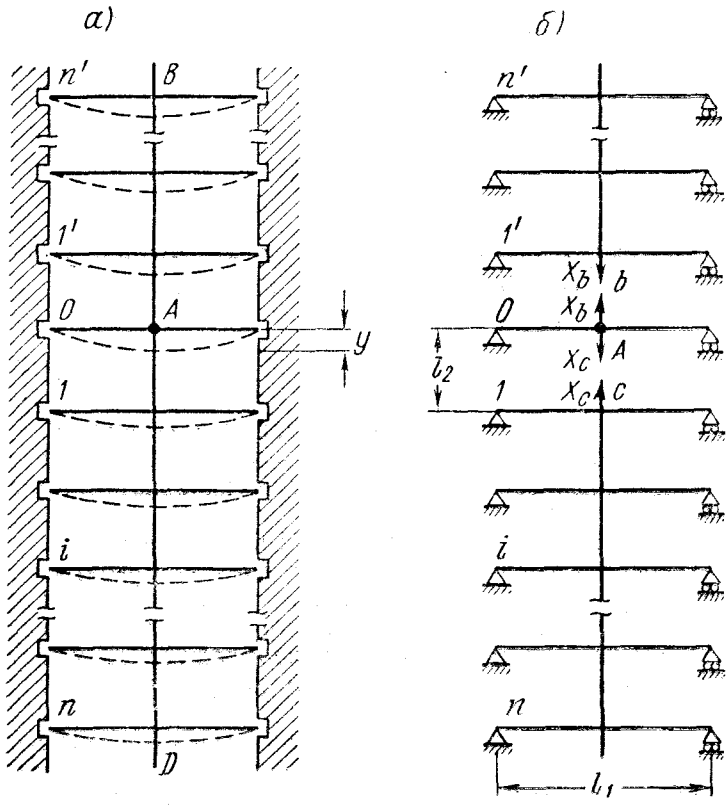


Схема перехода от реальной конструкции армировки *а* к расчетной *б*.

При этом, на основании теоремы о взаимности перемещений, $\delta_{bc}=\delta_{cb}$. Решение приведенной системы уравнений дает

$$\left.\begin{aligned} X_b&=\frac{\Delta_{cP}\delta_{bc}-\Delta_{bP}\delta_{cc}}{\delta_{bb}\delta_{cc}-\delta^2_{bc}},\\ X_c&=\frac{\Delta_{bP}\delta_{bc}-\Delta_{cP}\delta_{bb}}{\delta_{bb}\delta_{cc}-\delta^2_{bc}}. \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

Удельные перемещения найдем по формулам

$$\left.\begin{aligned} \delta_{bb}&=a+k+\delta'_{11},\\ \delta_{cc}&=a+k+\delta_{11},\\ \delta_{bc}&=\delta_{cb}=-k,\\ \Delta_{bP}&=-k,\\ \Delta_{cP}&=k, \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

где a—удлинение отрезка проводника длиною l_2 между смежными расстрелами от единичного растягивающего усилия; k—прогиб расстрела *0* основной системы рисунка *б* от единичной силы, приложен-

ной в точке A; δ'_{11}—прогиб расстрела 1^1 от действия силы $X_b=1$; δ_{11}—прогиб расстрела 1 от действия силы $X_c=1$.

Если известно распределение нагрузки между n расстрелами от нагрузки P, приложенной к первому из них, то прогиб расстрела будет $k\frac{P_1}{P}$, где P_1—нагрузка, приходящаяся на первый из n расстрелов от силы P.

Аналогично прогиб первого расстрела системы n' расстрелов от силы P будет $k\frac{P_1'}{P}$, где P_1'—нагрузка, приходящаяся на первый из n' расстрелов *. Отсюда можно написать

$$\delta_{11}=k\frac{P_1}{P},\quad \delta'_{11}=k\frac{P_1'}{P}. \tag{4}$$

Тогда первые две из формул (3) запишутся в виде

$$\left.\begin{aligned}\delta_{bb}&=a+k+k\frac{P_1'}{P}=a+k\left(1+\frac{P_1'}{P}\right),\\ \delta_{cc}&=a+k+k\frac{P_1'}{P}=a+k\left(1+\frac{P_1}{P}\right).\end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Подставив найденные удельные перемещения в формулы (2), получим

$$\left.\begin{aligned}X_b&=\frac{\frac{a}{k}+\frac{P_1}{P}}{\left(1+\frac{a}{k}+\frac{P_1'}{P}\right)\left(1+\frac{a}{k}+\frac{P_1}{P}\right)-1},\\ X_c&=-\frac{\frac{a}{k}+\frac{P_1'}{P}}{\left(1+\frac{a}{k}+\frac{P_1'}{P}\right)\left(1+\frac{a}{k}+\frac{P_1}{P}\right)-1}.\end{aligned}\right\} \tag{6}$$

Имея значения X_b и X_c, найдем нагрузку, приходящуюся на расстрел 0 при загружении армировки силой $P=1$ в точке прикрепления проводника (точка A на рисунке *а*)

$$\frac{P_0}{P}=1+X_c-X_b. \tag{7}$$

Прогиб этого расстрела в точке приложения силы будет

$$y_{P=1}=k(1+X_c-X_b). \tag{8}$$

Рассмотрим случай приложения силы у одного из средних расстрелов. В этом случае нагрузка будет распределяться между $2n+1$ расстрелами: один расстрел, непосредственно воспринимающий нагрузку (нулевой), n расстрелов, расположенных ниже нулевого и $n'=n$ расстрелов, расположенных выше нулевого.

Вследствие симметричности системы относительно точки приложения нагрузки имеем

$$\frac{P_1'}{P}=\frac{P_1}{P}.$$

---

* Значение $\frac{P_1}{P}$ и $\frac{P_1'}{P}$ можно получить, применяя методы, изложенные в работах, приведенных выше.

Тогда формулы (6) примут вид

$$X_b=\frac{1}{2+\frac{a}{k}+\frac{P_1}{P}},$$

$$X_c=-\frac{1}{2+\frac{a}{k}+\frac{P_1}{P}}. \tag{9}$$

Соответственно по (7) и (8)

$$\frac{P_0}{P}=1+X_c-X_b=\frac{\frac{a}{k}+\frac{P_1}{P}}{2+\frac{a}{k}+\frac{P_1}{P}},$$

$$y_{P-1}=k\left(1-\frac{2}{2+\frac{a}{k}+\frac{P_1}{P}}\right). \tag{10}$$

Предлагаемый метод позволяет найти нагрузку на промежуточный расстрел армировки из $n+n'+1$ расстрелов, использовав данные о распределении нагрузки между проводниками в более простых системах из n и n' расстрелов.