

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ВЕЛИЧИНЫ ГРУЗА И ДИАМЕТРА ПРОВОЛОКИ ОТВЕСОВ ПРИ ОРИЕНТИРОВАНИИ ШАХТЫ

Г. Ф. ЛЫСОВ

(Представлено научным семинаром кафедр маркшейдерского дела и геодезии)

Выбор величины груза и диаметра проволоки отвесов при ориентировании шахты имеет весьма важное значение, поскольку от него зависит правильное решение задачи проектирования.

Между тем этот вопрос недостаточно исследован. Проф. Д. Н. Оглоблин [1] отмечает, что „определенных указаний по этому вопросу нет ни у нас, ни за границей“. В другой работе [2] предлагается таблица, с помощью которой возможно находить минимальные грузы при ориентировании шахты. Однако в связи с тем, что эта таблица составлена без учета некоторых факторов, вызывающих погрешности при проектировании шахтными отвесами, использовать ее возможно только для решения вопроса о степени воздействия скорости движения воздуха в стволе шахты на точность проектирования.

Настоящая статья содержит разработку методики для выбора величины груза и диаметра проволоки отвесов, обеспечивающих решение задачи проектирования с минимальной погрешностью.

Согласно современным представлениям ожидаемая погрешность проектирования шахтными отвесами может быть подсчитана по формуле:

$$\Theta = \pm \sqrt{\Theta_1^2 + \Theta_2^2}, \quad (1)$$

где Θ_1 — ожидаемая ошибка проектирования, зависящая от скорости движения потока воздуха в стволе шахты; Θ_2 — ожидаемая дополнительная погрешность проектирования, обусловленная влиянием сил упругости проволоки отвесов.

Погрешность проектирования Θ_1 (в сек), как известно [2], может быть определена по формуле:

$$\Theta_1 = \pm \frac{2\rho'' phH}{cQ}, \quad (2)$$

где p — давление потока воздуха, кг/м; h — длина нижней части отвеса, подверженной давлению воздуха, м; H — длина всего отвеса (глубина ствола), м; c — расстояние между отвесами, м; Q — величина действующего груза, кг; $\rho'' = 206265''$.

Нашими исследованиями установлено, что значение давления потока воздуха p (в $г/м$) может быть представлено эмпирической формулой следующего вида:

$$p = 0,0947 d v^{1,714}, \quad (3)$$

где v — скорость движения воздуха, $м/сек$, d — диаметр проволоки отвеса, $мм$.

Значение максимального допускаемого веса груза Θ (в $кг$), равно-го 60% от предела прочности проволоки, может быть подсчитано по формулам:

а) для проволоки класса „П“:

$$Q = 91,45 d^2 \quad (4)$$

б) для проволоки класса „В“:

$$Q = 111,7 d^2. \quad (5)$$

Подставив значения p и Q из формул (3), (4), (5) в выражение (2), получим:

а) при проектировании отвесами из проволоки класса „П“:

$$\Theta_1 = \pm \frac{E_{II}}{d} \quad (6)$$

б) при проектировании отвесами из проволоки класса „В“:

$$\Theta_1 = \pm \frac{E_{В}}{d}, \quad (7)$$

где

$$E_{II} = \frac{0,428 h H v^{1,714}}{c} \text{ сек} \cdot \text{мм}, \quad (8)$$

$$E_{В} = \frac{0,350 h H v^{1,714}}{c} \text{ сек} \cdot \text{мм}. \quad (9)$$

Ожидаемая дополнительная погрешность проектирования вследствие влияния сил упругости проволоки Θ_2 в секундах может быть подсчитана [3] по формуле

$$\Theta_2 = \pm \frac{3 \cdot 6,28 \cdot \rho'' d^4}{64 \cdot R c Q}; \quad (10)$$

где R — радиус кривизны ненагруженной проволоки (радиус барабана лебедки) в $см$.

Подставив в формулу (10) значения Q из выражений (4) и (5), будем иметь:

а) при проектировании отвесами из проволоки класса „П“:

$$\Theta_2 = \pm \alpha_{II} d^2; \quad (11)$$

б) при проектировании отвесами из проволоки класса „В“:

$$\Theta_2 = \pm \alpha_{В} d^2, \quad (12)$$

где

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{665}{Rc} \text{сек/мм}^2, \quad (13) \quad \alpha_{\text{в}} = \frac{545}{Rc} \text{сек/мм}^2. \quad (14)$$

Подставив найденные значения Θ_1 и Θ_2 в формулу (1), будем иметь:

$$\Theta = \sqrt{\frac{E_{\text{п(в)}}^2}{d^2} + \alpha_{\text{п(в)}}^2 \cdot d^4}. \quad (15)$$

Рассматривая формулу (15), можно сказать, что зависимость между величиной Θ и диаметром проволоки отвесов d будет выражаться некоторой параболической кривой. Если изобразить графически изменение Θ , Θ_1 и Θ_2 в зависимости от изменения величины диаметра проволоки (на рис. 1 эта зависимость представлена для $H = 200 \text{ м}$, $h = 5 \text{ м}$, $v = 0,7 \text{ м/сек}$, $c = 4 \text{ м}$, $R = 17,5 \text{ см}$), то легко заметить, что увеличение диаметра проволоки d (и следовательно, груза Q) с целью повышения точности проектирования выгодно только до некоторого предела, так как увеличение диаметра проволоки, уменьшая ошибку проектирования Θ_1 , приводит в то же время к возрастанию дополнительной ошибки проектирования Θ_2 .

Воспользуемся формулой (15) и найдем такое значение диаметра проволоки отвесов, при котором величина Θ будет минимальной. Применяя известное правило, получим:

$$2\alpha_{\text{п(в)}}^2 \cdot d^6 - E_{\text{п(в)}}^2 = 0.$$

Отсюда

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{E_{\text{п(в)}}}{\alpha_{\text{п(в)}} \sqrt{2}}}. \quad (16)$$

Формула (16) дает значение диаметра проволоки отвесов d_0 (и соответствующего максимального допустимого груза Θ_0), при котором погрешность проектирования будет минимальной. Применение отвесов из проволоки большего или меньшего диаметров при ориентировании (по сравнению с найденной по формуле (16) величиной диаметра проволоки d_0) приведет к увеличению погрешности проектирования и снизит в целом точность ориентировки. Интересно отметить, что минимальное значение Θ_0 не соответствует точке пересечения кривых Θ_1 и Θ_2 (рис. 1) и всегда сдвинуто несколько левее этой точки, примерно на величину $0,2 d_{\text{п}}$, где $d_{\text{п}}$ — диаметр проволоки отвеса, соответствующий точке пересечения кривых Θ_1 и Θ_2 .

С целью облегчения подсчета величин $E_{\text{п}}$, $E_{\text{в}}$, $\alpha_{\text{п}}$, $\alpha_{\text{в}}$ по приведенным формулам составлены две номограммы, с помощью которых возможно весьма просто и с достаточной точностью находить значения указанных величин.

Так, величины $E_{\text{п}}$ и $E_{\text{в}}$ находятся по номограмме (рис. 2) как функции заданных H , h , v и c . Величины $\alpha_{\text{п}}$ и $\alpha_{\text{в}}$ могут быть определены по номограмме (рис. 3) как функции принятых c и R .

Здесь следует отметить, что величины $E_{\text{п}}$ и $E_{\text{в}}$ по приведенной номограмме могут находиться и в тех случаях, когда проволока отвесов ограждена трубами [3]. В этом случае за h следует принимать отрезок проволоки, заключенный между центрировочной тарелкой и точкой подвеса груза. Например, при h , равном 70 см , необходимо найти по номограмме (рис. 2) $E_{\text{п}}$ или $E_{\text{в}}$ для h , равного 7 м , и найденное значение $E_{\text{п}}$ или $E_{\text{в}}$ уменьшить в 10 раз.

Применение предлагаемых номограмм значительно упрощает процесс определения оптимальной величины диаметра проволоки отве-

сов, при которых ориентирование может быть осуществлено с минимальной ошибкой.

Пример: Требуется определить величину груза и диаметр проволоки отвесов, обеспечивающих решение задачи ориентирования с минимальной ошибкой для следующих конкретных условий: $H=200$ м, $h=5$ м, $v=0,7$ м/сек, $c=4$ м, $R=17,5$ см; проектирование будет производиться отвесами из проволоки класса „П“ без ограждения.

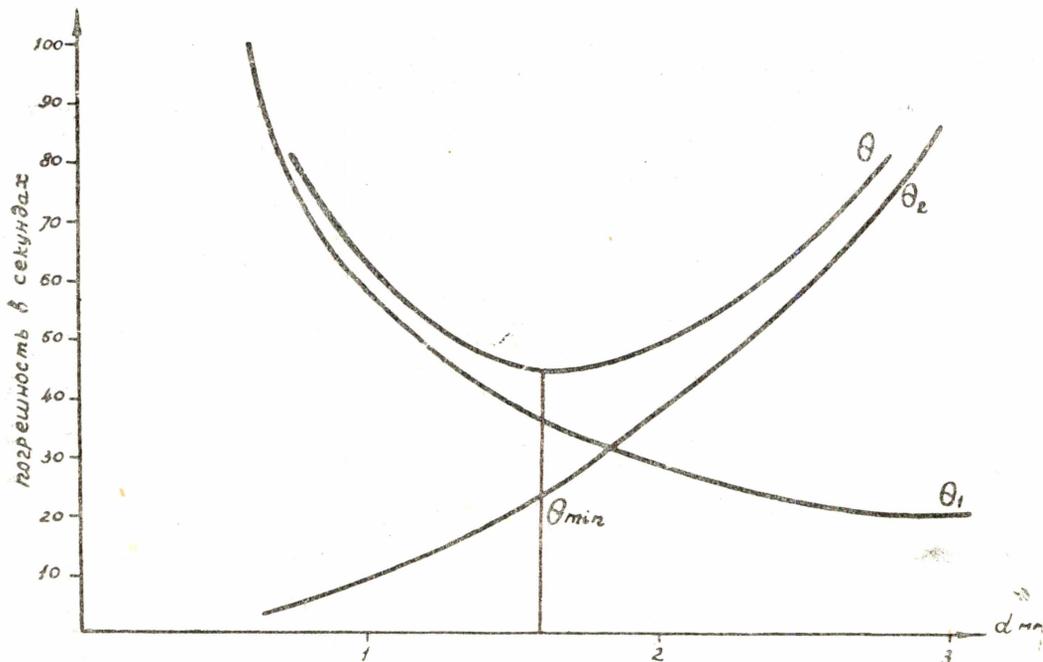


Рис. 1.

Решение: 1. Находим по номограмме (рис. 2) E_n как функцию заданных H , h , v и c : $E_n = 58$ сек·мм.

2. Находим по номограмме (рис. 3) α_n как функцию заданных c и R : $\alpha_n = 9,5$ сек/мм².

3. Подсчитываем по формуле (16) искомую величину диаметра проволоки отвесов d_0 :

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{58}{9,5 \sqrt{2}}} = 1,6 \text{ мм}$$

4. Находим по таблице, имеющейся в [4], значение грузов для данных отвесов, то есть $Q_0 = 230$ кг.

5. Подсчитываем по формуле (15) ожидаемую ошибку проектирования θ_{\min} :

$$\theta_{\min} = \pm \sqrt{1260 + 610} = \pm 43''$$

Выводы

1. Установлено, что увеличение величины груза и диаметра проволоки отвесов при ориентировании шахты выгодно только до некоторого предела.

2. Определены формулы для нахождения величины диаметра проволоки отвесов, при которых задача проектирования решается с минимальной погрешностью.

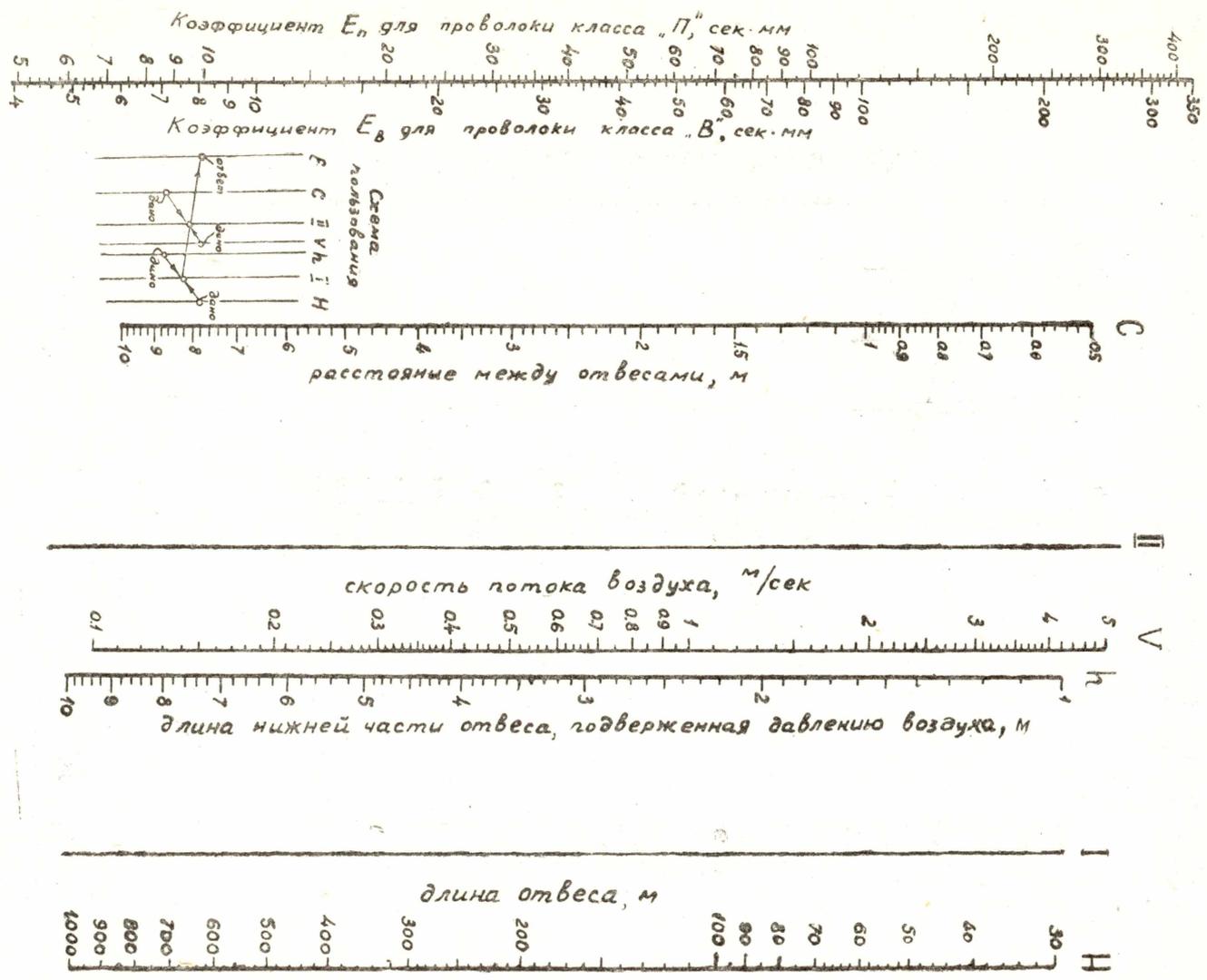


Рис. 2.

3. Разработана методика подсчета величин диаметров проволоки отвесов, при которых задача проектирования решается с минимальной ошибкой для любых конкретных условий ориентирования.

4. Предложены номограммы, упрощающие процесс определения оптимального диаметра проволоки отвесов.

5. Предложенный метод нахождения оптимальных величин диаметра проволоки и груза отвесов требует экспериментальной проверки в производственных условиях.

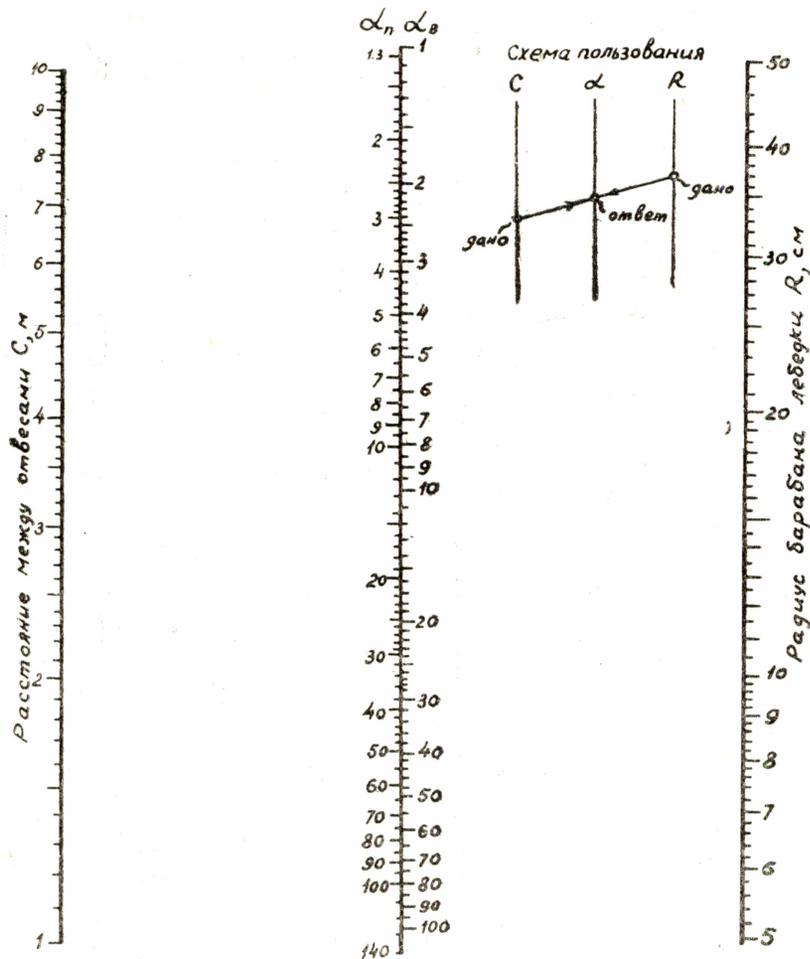


Рис. 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оглоблин Д. Н. Ориентировка подземной съемки через одну вертикальную шахту. ОНТИ, 1938.
2. Оглоблин Д. Н. Маркшейдерские работы при подземной разработке месторождений. Металлургиздат, часть III, 1953.
3. Филатов С. А. Опыт производства ориентирования шахт. Углетехиздат, 1958.
4. Техническая инструкция по производству маркшейдерских работ. Углетехиздат, 1959.