Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени Горного института, том XXIII, 1949

О влиянии стоимости транспорта по этажным квершлагам на наивыгоднейшие размеры шахтного поля

Доц. О. Б. Бокий

Настоящая статья посвящена оценке влияния стоимости откатки олезного ископаемого по этажным квершлагам на наивыгоднейшие лавные размеры шахтного поля вертикальной шахты, вскрывающей виту крутопадающих пластов, определенные по методу Л. Д. Шевя-ова.

Л. Д. Шевяков [1], оценивая влияние этого фактора, пишет: „Что асается стоимости откатки по квершлагам, то возможно показать, го она для решения рассматриваемой задачи не имеет значения. Не елая обременять статью лишними выкладками, доказательство этого ложения опускаем".

А. А. Щукин [2] при решении этого же вопроса считает стоимость катки по квершлагам приближенно равной

$$\frac{q_{\text{штр}}\Sigma a}{4\sin\alpha} = \frac{q_{\text{кв}}\, l_{\text{кв}}}{4},$$

е Σa — нормальное расстояние между крайними пластами свиты,

α — угол падения пластов свиты,

$l_{\text{кв}}$ — длина этажного квершлага,

$q_{\text{штр}} = q_{\text{кв}}$ — стоимость откатки 1 т полезного ископаемого на 1 м длины квершлага,

акже приходит к выводу, что стоимость транспорта полезного опаемого по этажным квершлагам не влияет на размеры шахтного я.

П. З. Звягин [3] просто не вводит в свои расчеты этой статьи хода.

Между тем это положение неточно: стоимость откатки по этаж-квершлагам, отнесенная к 1 т полезного ископаемого, будет аваться неизменной только при изменении длины шахтного поля простиранию, при увеличении же числа этажей в шахтном поле будет возрастать и, следовательно, окажет влияние на наивыгод-шее число этажей в шахтном поле.

. Чтобы показать, что стоимость откатки по этажным квершлагам, сенная к 1 т полезного ископаемого, будет оставаться неизмен-при изменении длины шахтного поля по простиранию (и при не-

изменном числе этажей в шахтном поле), представим себе свиту крутопадающих пластов, вскрытую вертикальной шахтой с этажными квершлагами (рис. 1). Число этажей в шахтном поле пусть будет равно n.

Спроектируем все точки пересечения этажных откаточных квершлагов с пластами на линию, параллельную нижнему откаточному квершлагу, и представим себе, что в точках проекций расположены грузы, равные промышленным запасам того этажа, проекцией откаточного штрека которого является данная точка.

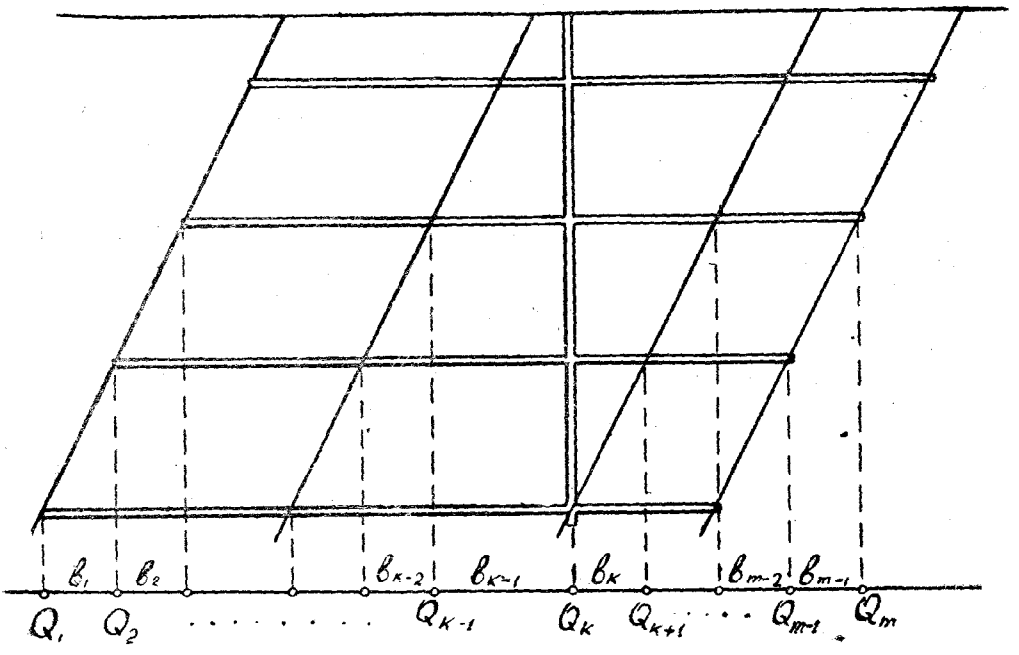


Рис. 1.

Тогда работа транспорта по всем этажным квершлагам будет равна работе транспорта по одному квершлагу — „проекции" [1, стр. 41]

Обозначим буквами $Q_i\,(i=1,2,\ldots,k,\ldots m-1,m)$ грузы, расположенные в точках проекций, начиная с крайней левой, а буквами $b_i\,(i=1,2,\ldots,k-1,\ldots m-2,\ m-1)$ — расстояния между грузами. Пусть шахта пересекает нижний квершлаг в точке, где расположен груз Q_k. При принятых обозначениях работа транспорта (т. е. произведение из массы груза на расстояние транспортировки) по этажным квершлагам при перевозке к шахте грузов, расположенных левее шахты, выразится формулой

$$Q_1 \cdot \sum_{i=1}^{k-1} b_i + Q_2 \sum_{i=2}^{k-1} b_i + \ldots + Q_{k-1} b_{k-1},$$

или, в символическом виде:

$$\sum Q_{\text{лев}} \cdot \sum b_{\text{лев}} \text{ тм},$$

а работа транспорта по перевозке грузов, расположенных правее шахты, по формуле

$$Q_{k+1} b_k + Q_{k+2} \sum_{i=k}^{k+1} b_i + \ldots + Q_m \sum_{i=k}^{m-1} b_i,$$

или

$$\sum Q_{\text{прав}} \sum b_{\text{прав}} \text{ тм.}$$

Если стоимость 1 тм транспорта полезного ископаемого по этажным вершлагам обозначить через $q_{\text{кв}}$, то полная стоимость транспорта по тажным квершлагам за все время разработки шахтного поля будет авна

$$\left(\sum Q_{\text{лев}} \sum b_{\text{лев}} + \sum Q_{\text{прав}} \sum b_{\text{прав}}\right) \cdot q_{\text{кв}},$$

стоимость транспорта по квершлагам, отнесенная к 1 т полезного скопаемого,

$$R_1 = \frac{\Sigma Q_{\text{лев}} \Sigma b_{\text{лев}} + \Sigma Q_{\text{прав}} \cdot \Sigma b_{\text{прав}}}{Zn} q_{\text{кв}} \text{ руб/т,}$$

е Z есть промышленный запас одного этажа.

Если длина шахтного поля по простиранию изменится в s раз, то ждый из запасов Q_i также изменится в s раз,[1] величины же b_i и $q_{\text{кв}}$ танутся неизменными. Поэтому стоимость транспорта 1 т будет зна

$$R_s = \frac{s \Sigma Q_{\text{лев}} \cdot \Sigma b_{\text{лев}} + s \Sigma Q_{\text{прав}} \cdot \Sigma b_{\text{прав}}}{sZn} q_{\text{кв}} \text{ руб/т.}$$

кращая на s, получаем:

$$R_s = R_1,$$

и доказывает высказанное в начале настоящего пункта положение.

2. Докажем теперь, что с увеличением числа этажей в шахтном е стоимость транспорта 1 т по этажным квершлагам будет возра-ь. Представим себе свиту крутопадающих пластов, вскрытую той с этажными квершлагами (рис. 2). Пусть шахта пересекает ько один k-ый пласт и притом на горизонте этажного квершлага кнего (1-го) этажа. Обозначая через

$= 1,2,\ldots, k,\ldots, m)$ — промышленный запас одного этажа каждого из пластов свиты, начиная с верхнего;

$= 1, 2,\ldots, k-1, \ldots, m-1)$ — длины частей этажных квершлагов между соседними пластами, и

h — наклонную высоту этажа,

---

[1] Предполагается, что запасы полезного ископаемого вдоль штрека распределены мерно.

найдем, что работа транспорта полезного ископаемого по квершлагу 1-го этажа определится по формуле

$$R_1 - Z_1 \sum_{i=1}^{k-1} l_i + Z_2 \cdot \sum_{i=2}^{k-1} l_i + \ldots + Z_{k-1}\, l_{k-1} + Z_{k+1}\, l_k + \\ + Z_{k+2} \sum_{i=k}^{k+1} l_i + \ldots + Z_{m-1} \sum_{i=k}^{m-2} l_i + Z_m \sum_{i=k}^{m-1} l_i . \qquad (2.0)$$

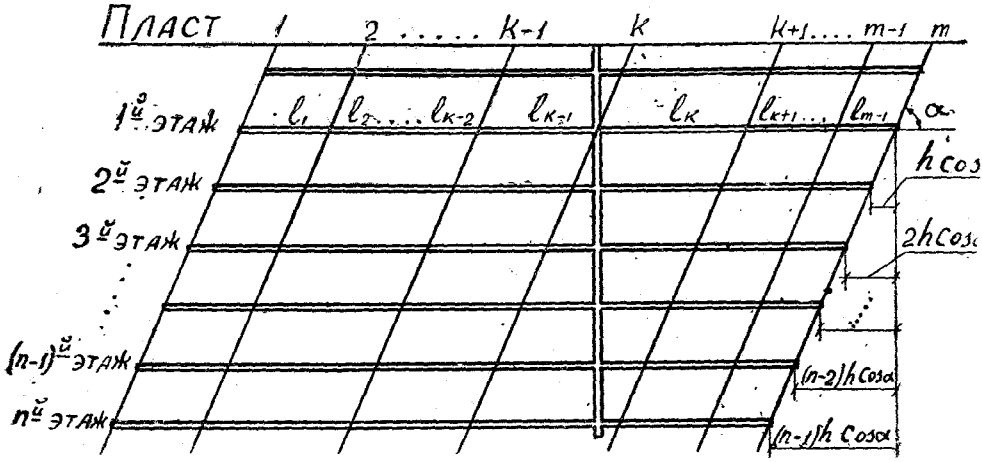


Рис. 2.

Работа транспорта по квершлагу 2-го этажа — по формуле

$$R = Z_1\left(\sum_{i=1}^{k-1} l_i + h\cos\alpha\right) + Z_2\left(\sum_{i=2}^{k-1} l_i + h\cos\alpha\right) + \ldots + \\ + Z_{k-1}(l_{k-1} + h\cos\alpha) + Z_k h\cos\alpha + Z_{k+1}(l_k - h\cos\alpha) + \ldots + \\ + Z_m\left(\sum_{i=k}^{m-1} l_i - h\cos\alpha\right) = R_1 + \left(\sum_{i=1}^{k} Z_i - \sum_{i=k+1}^{m} Z_i\right) h\cos\alpha .$$

Работа транспорта по квершлагу 3-го этажа — по формуле

$$R_3 = Z_1\left(\sum_{i=1}^{k-1} l_i + 2h\cos\alpha\right) + Z_2\left(\sum_{i=2}^{k-1} l_i + 2h\cos\alpha + 2 \ldots + \right. \\ + Z_{k-1}(l_{i-1} + 2h\cos\alpha) + Z_k \cdot 2h\cos\alpha + Z_{k+1}(l_k - 2h\cos\alpha) + \ldots \\ \left. + Z_m\left(\sum_{i=k}^{m-1} l_i - 2h\cos\alpha\right) = R_1 + \left(\sum_{i=1}^{k} Z_i - \sum_{i=k+1}^{m} Z_i\right) \cdot 2h\cos\alpha .\right.$$

По аналогии работа транспорта по квершлагу n-го этажа выразится формулой

$$R_n = R_1 + \left(\sum_{i=1}^{k} Z_i - \sum_{i=k+1}^{m} Z_i\right)(n-1)\,h\cos\alpha. \qquad (2.1)$$

Суммарная работа транспорта по всем этажным квершлагам будет равна

$$\sum_{i=1}^{n} R_i = nR_1 + \left(\sum_{i=}^{k} Z_i - \sum_{i=k+1}^{m} Z_i\right)[1+2+\ldots+(n-1)]\,h\cos\alpha =$$

$$= nR_1 + \left(\sum_{i=1}^{k} Z_i - \sum_{i=k+1}^{m} Z_i\right)\frac{n(n-1)}{2}\,h\cos\alpha. \qquad (2.2)$$

Средняя стоимость откатки 1 m полезного ископаемого по этажным квершлагам за все время разработки шахтного поля определится по формуле

$$R_{кв} = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i \cdot q_{кв}}{n\sum_{i=1}^{m} Z_i} = \frac{R_1}{\sum_{i=1}^{m} Z_i}\, q_{кв} +$$

$$+ \frac{\sum_{i=1}^{k} Z_i - \sum_{i=k+1}^{m} Z_i}{\sum_{i=1}^{m} Z_i} \cdot \frac{n-1}{2}\, h\, q_{кв}\cos\alpha \qquad (2.3)$$

Присутствие в последнем члене формулы (2·3) множителя $(n-1)$ указывает, что стоимость транспорта полезного ископаемого по этажным квершлагам возрастает с увеличением числа этажей в шахтном поле и, следовательно, может повлиять на размеры шахтного поля по падению.

3. Чтобы ввести исследуемую статью эксплотационных расходов в формулы для определения наивыгоднейших размеров шахтного поля, образуем формулу (2.3) путем замены букв Z_i их выражениями по формулам

$$Z_i = Sh\,p_i\,c,$$

S — длина шахтного поля по простиранию,

p_i — производительности пластов $(i = 1,2,\ldots,m)$,

c — коэффициент извлечения.

После алгебраических преобразований получим:

$$R_{кв} = \frac{M_{лев} + M_{прав}}{\sum_{i=1}^{m} p_i}\, q_{кв} - \frac{\sum_{i=1}^{k} p_i - \sum_{i=k+1}^{m} p_i}{\sum_{i=1}^{m} p_i} \cdot \frac{h}{2} \cdot q_{кв}\cos\alpha +$$

$$+ \frac{\sum_{i=1}^{k} p_i - \sum_{i=k+1}^{m} p_i}{\sum_{i=1}^{m} p_i} \cdot \frac{h}{2} \cdot q_{кв} \cdot n \cdot \cos\alpha, \qquad (3.0)$$

где для краткости письма положено:

$$M_{\text{лев}} = p_1 \sum_{i=1}^{k-1} l_i + p_2 \sum_{i=2}^{k-1} l_i + \ldots + p_{k-1} l_{k-1}$$

и

$$M_{\text{прав}} = p_{k+1} l_k + p_{k+2} \sum_{i=k}^{k+1} l_i + \ldots + p_m \sum_{i=1}^{m-1} l_i.$$

При введении стоимости транспорта по этажным квершлагам, определяемой по формуле (3.0), в формулу

$$F(S,n) = \frac{h}{A}\left(C_1 S + \frac{C_2}{Sn} + \frac{C_3}{S} + C_4 n + \frac{C_5}{n} + C_6\right),$$

служащую для вычисления стоимости 1 т полезного ископаемого при разработке всего шахтного поля [1, стр. 21], в последней изменяются только значения коэффициентов C_4 и C_6. Формулу для вычисления коэффициента C_6, как не влияющего на размеры шахтного поля, опускаем. Формула же для вычисления коэффициента C_4 будет иметь вид:

$$C_4' = r_{\text{ш}} \sin\alpha + \frac{A\left(q_{\text{ш}} + k_{\text{в}} q_{\text{в}}\right)}{2} \sin\alpha + \frac{Aq_{\text{кв}}}{2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{k} p_i - \sum_{i=k+1}^{m} p_i}{\sum_{i=1}^{m} p_i} \cdot \cos\alpha. \qquad (3.1)$$

Сравнивая формулу (3.1) с формулой (18) Л. Д. Шевякова [1, стр. 21], видим, что всегда [1]

$$C_4' > C_4.$$

Наивыгоднейшие размеры шахтного поля S_0 и n_0 определяются как корни системы уравнений [1, стр. 22]

$$\left.\begin{aligned} &\text{(I)} \quad S = \sqrt{\frac{C_2}{C_1 n} + \frac{C_3}{C_1}} \\ &\text{(II)} \quad S = \frac{C_2}{C_4 n^2 - C_5} \end{aligned}\right\} \qquad (3.2$$

Так как коэффициент C_4 входит в знаменатель второй из формул (3.2 то с увеличением его, значение S_0 увеличится, а значение n_0 — умен шится против значений, даваемых формулами Л. Д. Шевякова.

4. Для оценки влияния значения коэффициента C_4 на наивыгодне шее число этажей в шахтном поле и его длины по простирани поступим следующим образом. Выразим значение n из уравнения (системы (3.2) через S; тогда система (3.2) примет вид:

$$\left.\begin{aligned} &\text{(I)} \quad S = \sqrt{\frac{C_2}{C_1 n} + \frac{C_3}{C_1}} \\ &\text{(II)} \quad n = \sqrt{\frac{C_2}{C_4 S} + \frac{C_5}{C_4}} \end{aligned}\right\} \qquad (4$$

---

[1] За исключением случая, когда $\sum_{i=1}^{k} p_i = \sum_{i=k+1}^{m} p_i$.

Считая, что коэффициенты C_1, C_2, C_3 и C_5 даны „точно“, заключаем, что вычисленное по уравнению (I) системы (4.0) значение длины шахтного поля по простиранию S будет также „точным“. Отсюда следует, что в уравнении (II) системы (4.0) величины C_2, C_5 и S — „точные“, и неточность в значении величины n определяется только неточностью коэффициента C_4. Обозначая отклонение величины коэффициента C_4 от „точного“ значения C_4' через η_{c_4}:

$$\eta_{c_4} = \frac{C_4'}{C_4}, \tag{4.1}$$

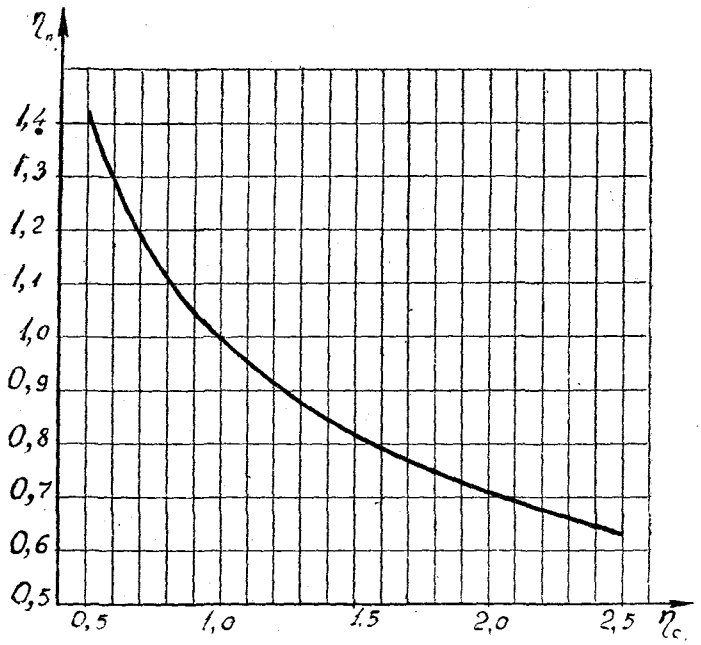


Рис. 3.

олучающееся вследствие этого отклонение величины n, от истино n', через η_n:

$$\eta_n = \frac{n'}{n}, \tag{4.2}$$

ем написать

$$\eta_n n = \sqrt{\frac{C_2}{\eta_{c_4} C_4 S} + \frac{C_5}{\eta_{c_4} C_4}} = \frac{1}{\sqrt{\eta_{c_4}}} \sqrt{\frac{C_2}{C_4 S} + \frac{C_5}{C_4}}. \tag{4.3}$$

елив по-членно формулу (4.3) на формулу (II) системы (4.0), чим:

$$\eta_n = \frac{1}{\sqrt{\eta_{c_4}}}, \tag{4.4}$$

т. е. величина отклонения значения n обратно пропорциональна корню квадратному из величины отклонения коэффициента C_4.

На рис. 3 показан график зависимости η_n от η_{c_4}. Из графика видно, что если принятое значение коэффициента C_4 будет в два раза больше истинного C_4' ($\eta_{c_4} = C_4' : C_4 = 0{,}5$), то найденное по формулам (4.0) число этажей в шахтном поле n будет на 41% ($\eta_n = n' : n = 1{,}41$) меньше действительного, а если принятое значение C_4 будет в два с половиною раза менее истинного C_4' ($\eta_{c_4} = C_4' : C_4 = 2{,}5$), то действительное наивыгоднейшее число этажей в шахтном поле n' будет составлять только 63% от вычисленного по формулам (4.0) ($\eta_n = n' : n = 0{,}63$).

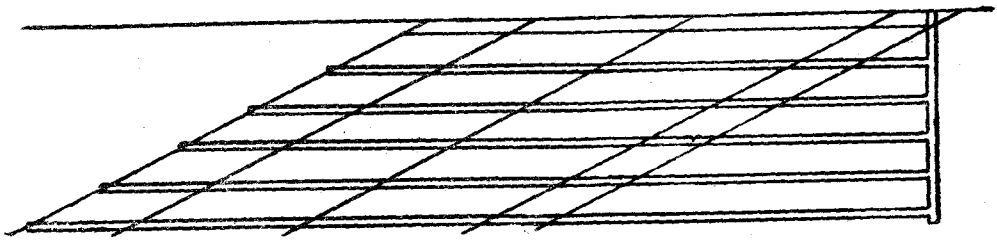


Рис. 4.

5. Для нахождения численных пределов возможного отклонения η_{c_4} величины коэффициента C_4, происходящего вследствие пренебрежения при определении наивыгоднейших размеров шахтного поля стоимостью откатки по этажным квершлагам, найдем отношение величины

$$\frac{Aq_{кв}}{2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{k} p_i - \sum_{i=k+1}^{m} p_i}{\sum_{i=1}^{m} p_i} \cdot \cos\alpha \qquad (5.0)$$

к величине

$$\frac{A(q_ш + k_в q_в)}{2} \sin\alpha. \qquad (5.1)$$

Это отношение равно

$$\frac{q_{кв}}{q_ш + k_в q_в} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{k} p_i - \sum_{i=k+1}^{m} p_i}{\sum_{i=1}^{m} p_i} \cdot \operatorname{ctg}\alpha. \qquad (5.2)$$

Если принять, что вскрытие свиты пластов вертикальной шахтой с этажными квершлагами может быть уже выгодным, когда угол падения пластов свиты достигает значения, при котором применение канатной откатки в вагонетках с глухим кузовом по наклонным выработкам делается затруднительным, т. е. приблизительно при $\alpha \geqslant 25°$ ($\operatorname{ctg} 25° = 2{,}145$), что шахта расположена в лежачем (или висячем) боку свиты (рис. 4) $\left[\left(\sum_{i=1}^{k} p_i - \sum_{i=k+1}^{m} p_i\right) : \sum_{i=1}^{m} p_i = 1\right]$, что

шахта абсолютно сухая (коэффициент водообильности $k_в = 0$) и отношение стоимости откатки по квершлагам к стоимости подъема по шахте равно 0,67 [1]), то выражение (5.2) примет значение

$$0{,}67 \cdot 1{,}0 \cdot 2{,}145 = 1{,}43,$$

то есть величина члена, учитывающего стоимость откатки по этажным квершлагам, может приблизительно в полтора раза превосходить величину члена, учитывающего стоимость подъема и водоотлива по шахте. Так как при этом истинное значение коэффициента C_4' будет приблизительно в 2,5 раза более значения коэффициента C_4, найденного без учета стоимости откатки по этажным квершлагам ($\eta_{c_4} = 2{,}5$), то, следовательно, найденное число этажей в шахтном поле n будет превосходить истинное на

$$\frac{1{,}00 - 0{,}63}{0{,}63} \cdot 100 = 58{,}7 \cong 60\%.$$

Таким образом определяется верхний предел возможной ошибки в определении наивыгоднейшего числа этажей в шахтном поле, могущей появиться вследствие пренебрежения при расчетах стоимостью откатки по этажным квершлагам.

Однако, стоимость откатки по этажным квершлагам может оказать столь значительное влияние на число этажей в шахтном поле только в исключительных случаях, подобных изображенному на рис. 4. В значительном же большинстве случаев вскрытия свит пластов вертикальной шахтой с этажными квершлагами влияние стоимости откатки полезного ископаемого по квершлагам на размеры шахтного поля будет менее существенным. Это объясняется тем, что значение члена (5.0) быстро падает с увеличением угла падения пластов свиты, с уменьшением значения дроби

$$\frac{\sum_{i=1}^{k} p_i - \sum_{i=k+1}^{m} p_i}{\sum_{i=1}^{m} p_k}, \tag{5.3}$$

величина которой зависит от выбора места заложения шахты, и с уменьшением значения дроби

$$\frac{q_{кв}}{q_ш + k_в q_в}. \tag{5.4}$$

Действительно, при угле падения пластов свиты $\alpha = 45°$ величина отношения (5.2) при прочих условиях, равных принятым в п. 4, будет равна $0{,}67 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 0{,}67$, т. е. $\eta_{c_4} = 1{,}67$, и число этажей в шахтном поле по графику рис. 3 будет составлять приблизительно 77% от вычисленного без учета стоимости откатки по этажным квершлагам; при угле падения свиты $\alpha = 60°$ величина (5.2) будет равна $0{,}67 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}577 = 0{,}39$, откуда $\eta_n = 0{,}85$.

---

[1] В цитированной работе Л. Д. Шевякова [1] приняты значения $q_{штр} (= q_{кв}) = 0{,}0001$ руб/тм и $q_ш = 0{,}00015$ руб/тм.

Если принять, что при определении числа этажей в шахтном поле может быть допущена ошибка ± 10%, т. е.

$$0{,}9 \leq \eta_n \leq 1{,}1,$$

то допустимые пределы для η_{c_4} из графика рис. 3 получаются равными

$$0{,}82 \leq \eta_{c}^{4} \leqslant 1{,}24.$$

Отсюда следует, что при углах падения пластов свиты, превышающих угол

$$\alpha = \operatorname{arc\,ctg} \frac{0{,}24}{0{,}67} = \operatorname{arc\,ctg} 0{,}36 = 70°,$$

при определении наивыгоднейших размеров шахтного поля можно пренебрегать стоимостью откатки полезного ископаемого по этажным квершлагам, при любом расположении шахты по отношению к пластам свиты.

При расположении шахты между крайними пластами свиты значение дроби

$$\frac{\sum\limits_{i=1}^{k} p_i - \sum\limits_{i=k+1}^{m} p_i}{\sum\limits_{i=1}^{m} p_i} < 1;$$

если шахта будет расположена в наивыгоднейшем, в смысле работы откатки по этажным квершлагам, месте [1, стр. 39], то

$$\sum_{i=1}^{k} p_i \cong \sum_{i=k\pm1}^{m} p_i,$$

т. е. выражение (5.0) будет близко к нулю. Поэтому при таком расположении шахты стоимостью откатки по этажным квершлагам при определении размеров поля можно также пренебрегать.

Так как, однако, наивыгоднейшее место заложения шахты, в свою очередь, зависит от числа этажей в шахтном поле, то следует хотя бы ориентировочно определить то значение дроби

$$\frac{\sum\limits_{i=1}^{k} p_i - \sum\limits_{i=k+1}^{m} p_i}{\sum\limits_{i=1}^{m} p_i},$$

при котором влияние величины (5.0) будет нечувствительно при любом угле падения свиты. Принимая попрежнему минимальный возможный угол падения, при котором выгодно вскрыть свиту вертикальной шахтой с этажными квершлагами, равным $\alpha = 25°$, получаем

$$\frac{\sum\limits_{i=1}^{k} p_i - \sum\limits_{i=k+1}^{m} v_i}{\sum\limits_{i=1}^{m} p_i} \cdot 0{,}67 \cdot 2{,}145 \leq 0{,}24,$$

откуда

$$\frac{\sum_{i=1}^{k} p_i - \sum_{i=k+1}^{m} p_i}{\sum_{i=1}^{m} p_i} \leqslant 0{,}17.$$

Для определения высшего предела величины

$$\frac{q_{кв}}{q_ш + k_в q_в},$$

при котором можно пренебрегать стоимостью откатки по этажным квершлагам, составим уравнение

$$\frac{q_{кв}}{q_ш + k_в q_в} \cdot 1{,}0 \cdot 2{,}145 \leqslant 0{,}24,$$

откуда

$$\frac{q_{кв}}{q_ш + k_в q_в} \leq 0{,}11.$$

6. При расчете наивыгоднейших размеров шахтного поля могут встретиться случаи, когда все три только что изученных фактора лежат вне определенных выше пределов. Для того чтобы быстро решить вопрос о том, следует ли в данном случае учитывать стоимость откатки по этажным квершлагам, может служить номограмма, изображенная на рис. 5.

Номограмма состоит из трех систем прямых линий: вертикальные линии, помеченные числами от 0,1 до 1,0 через 0,1, соответствуют значениям дроби

$$\frac{\sum_{i=1}^{k} p_i - \sum_{i=k+1}^{m} p_i}{\sum_{i=1}^{m} p_i}; \qquad (6.0)$$

наклонные линии, помеченные числами от 25° до 70° через 5°, соответствуют углам падения пластов свиты; горизонтальные линии, помеченные числами от 0,12 до 0,67, соответствуют значениям дроби

$$\frac{q_{кв}}{q_ш + k_в q_в}. \qquad (6.1)$$

Для решения вопроса о том, следует ли учитывать стоимость транспорта по этажным квершлагам в данном случае расчета наивыгоднейших размеров шахтного поля, вычисляем значение дробей (6.0) и (6.1) и находим на номограмме точку пересечения луча, соответствующего данному углу падения свиты и вертикальной линии, соответствующей вычисленному значению дроби (6.0); если найденная точка находится ниже горизонтальной линии, соответствующей вычисленному значению дроби (6.1), то стоимостью откатки по этажным квершлагам можно пренебречь, так как ее влияние изменит полученное значение n менее, чем на 10%, т. е. будет находиться в пределах принятой точности

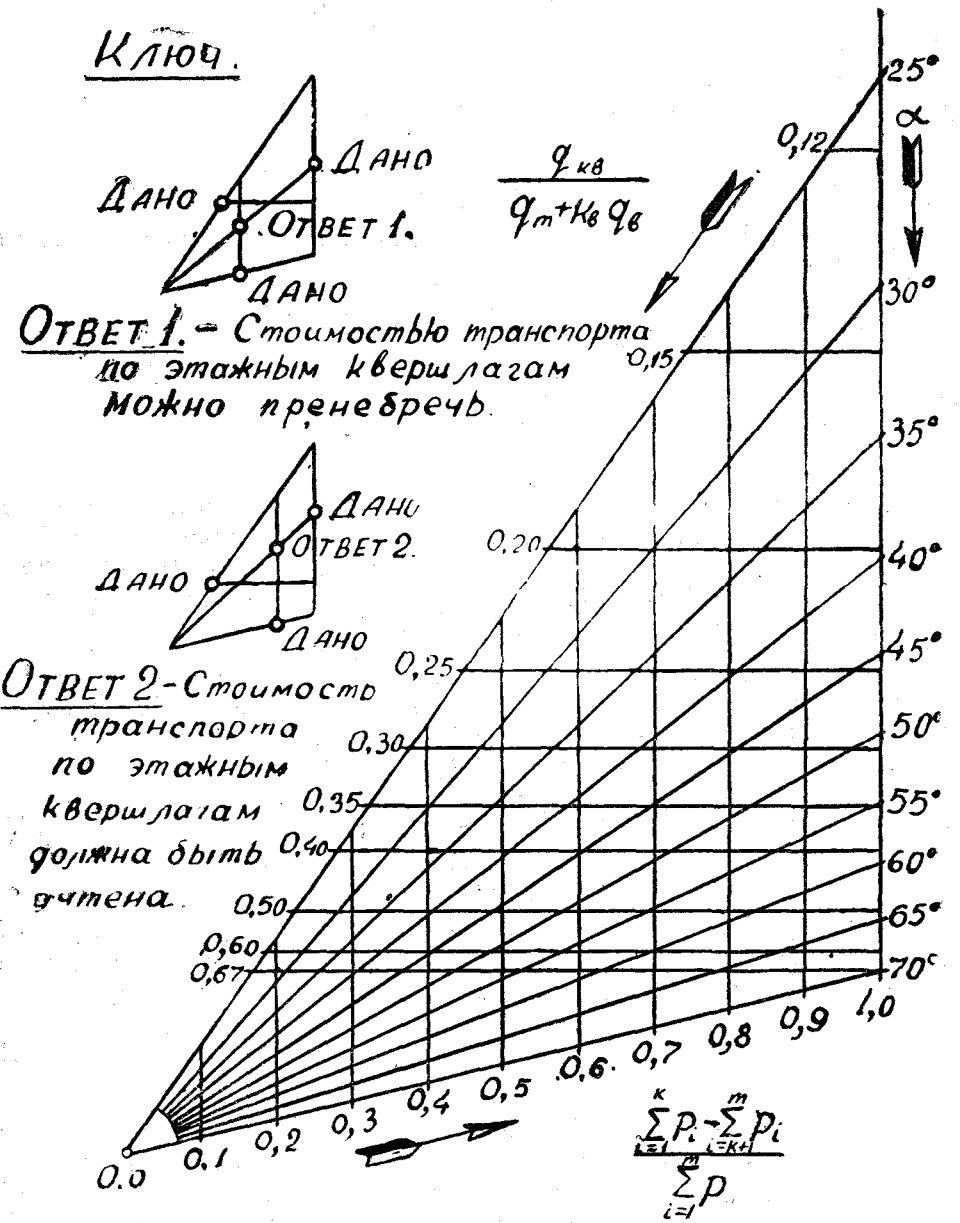

Ключ.
Дано
Дано
Ответ 1.
Дано
Ответ 1. – Стоимостью транспорта по этажным квершлагам можно пренебречь.
Дано
Ответ 2.
Дано
Дано
Ответ 2 – Стоимость транспорта по этажным квершлагам должна быть учтена.
$\frac{q_{кв}}{q_m + K_в q_в}$
0,12
0,15
0,20
0,25
0,30
0,35
0,40
0,50
0,60
0,67
25°
30°
35°
40°
45°
50°
55°
60°
65°
70°
α
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
$\frac{\sum_{i=1}^{k} P_i - \sum_{i=K+1}^{m} P_i}{\sum_{i=1}^{m} P}$

Рис. 5.

расчета; если же эта точка окажется выше соответствующей горизонтальной линии (6.1), стоимость откатки по этажным квершлагам должна быть учтена.[1]

7. Сводка результатов.

Стоимость откатки полезного ископаемого по квершлагам при разработке свиты крутопадающих пластов вертикальной шахтой с этажными квершлагами возрастает с увеличением числа этажей в шахтном поле и уменьшает наивыгоднейшее число этажей против значений, даваемых формулами Л. Д. Шевякова, выведенными без учета этого фактора. В исключительных случаях (расположение шахты вне пределов свиты при небольшом угле падения пластов) число этажей, определенное без учета стоимости транспорта по этажным квершлагам, может превосходить наивыгоднейшее число их на 50% и более.

Если считать, что при определении числа этажей в шахтном поле допустимы отклонения ± 10% от наивыгоднейшего значения, то стоимостью откатки полезного ископаемого по этажным квершлагам при определении размеров поля можно пренебречь, если:

а) угол падения пластов свиты $\alpha \geqslant 70°$,

б) отношение стоимости 1 тм откатки полезного ископаемого по этажным квершлагам к стоимости 1 тм подъема и водоотлива по вертикальной шахте

$$\frac{q_{кв}}{q_{ш} + k_{в} q_{в}} \leqslant 0{,}11,$$

в) отношение разности суммарной производительности пластов, расположенных левее шахты и суммарной производительности пластов, расположенных правее ее, к производительности свиты

$$\frac{\sum\limits_{i=1}^{k} p_i - \sum\limits_{i=k+1}^{m} p_i}{\sum\limits_{i=1}^{m} p_i} \leqslant 0{,}17.$$

---

[1] Номограмма, изображенная на рис. 5, построена следующим образом:

на горизонтальной оси, в произвольном масштабе, отложены значения $\left(\sum\limits_{i=1}^{k} p_i - \sum\limits_{i=k+1}^{m} p_i\right) : \sum\limits_{i=1}^{m} p_i$ через 0,1;

на вертикальной оси, проходящей через точку 1,0, отложены значения 0,67 ctg α, также в произвольном масштабе, и полученные точки соединены прямыми линиями с начальной точкой 0,0. Решением уравнений

$$\frac{0{,}24}{\dfrac{q_{кв}}{q_{ш} + k_{в} q_{в}} \cdot 1{,}0 \operatorname{ctg} 25°} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{k} p_i - \sum\limits_{i=k+1}^{m} p_i}{\sum\limits_{i=1}^{k} p_i},$$

в которые подставляются произвольные значения дроби $q_{кв} : (q_{ш} + k_{в} q_{в})$, найдены значения дроби $\left(\sum\limits_{i=1}^{k} p_i - \sum\limits_{i=k+1}^{m} p_i\right) : \sum\limits_{i=1}^{m} p_i$, дающие значения η_n, удовлетворяющие условиям $0{,}9 < \eta_n < 1{,}1$, и через точки пересечения вертикальных прямых, соответствующих этим значениям, и луча 25° проведены горизонтальные прямые, соответствующие значениям дроби

$$q_{кв} : (q_{ш} + k_{в} q_{в}).$$

Если же при определении наивыгоднейших размеров шахтного поля эти три величины лежат вне указанных пределов, то необходимо по номограмме (рис. 5) решить вопрос о необходимости учитывать в данном случае расчета стоимость транспорта полезного ископаемого по этажным квершлагам и, в случае положительного ответа, сделать это по формулам (3.1) и (4.0).

Литература

1. Шевяков Л. Д. Сборник статей по горному искусству, вып. 1, изд. Союзугля, 1930.
2. Щукин А. А. Формулы для определения наивыгоднейших размеров шахтных и выемочных полей (Ленинград, 1921).
3. Звягин П. З. Проектирование и расчеты элементов разработки пластовых месторождений, ОНТИ НКТП СССР, 1935.

Ленинград, 1947 г.