

## К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ МЕСТА ЗАЛОЖЕНИЯ ШАХТ ПРИ ВСКРЫТИИ СВИТЫ ЗАЛЕЖЕЙ.

*И. д. проф. Г. Е. Баканов.*

Грандиозное развитие каменноугольной и горнорудной промышленности, намеченное XVIII Съездом ВКП(б) в третьей сталинской пятилетке, требует постройки большого количества новых шахт как для добычи каменных углей, так и различных руд, которыми столь богата наша необъятная социалистическая родина.

Для скорейшего осуществления задач в области горной промышленности, в текущей пятилетке будут строиться, преимущественно, средние и мелкие шахты, так как при относительно небольших капиталовложениях они обеспечивают более быстрый пуск их в эксплуатацию. Вместе с этим, поскольку в третьей пятилетке намечено широкое развитие качественной металлургии, в ближайшие годы в горной промышленности получает значительный удельный вес добыча руд, содержащих редкие металлы. По своему характеру месторождения редких металлов в значительной части будут разрабатываться сравнительно небольшими шахтами. Поэтому в годы настоящей пятилетки новое шахтное строительство в СССР достигнет исключительно колоссальных размеров.

Грандиозные проблемы, поставленные третьим сталинским пятилетним планом, выполнение которых будет значительно зависеть от работы горной промышленности, и огромный масштаб работ по новому шахтному строительству—перед горняками-строителями ставят следующие важнейшие задачи:

а) Проектирование новых шахт вести на основе последних достижений горной техники и опыта лучших стахановцев, добываясь наиболее рациональной компоновки шахты в целом.

б) Широко внедрять скоростные методы строительства, обеспечивающие постройку шахт в 10 месяцев—один год, как указал Л. М. Каганович в своей речи на XVIII Съезде ВКП(б).

в) Вести строительство шахт в точном соответствии с разработанными проектами как в отношении самих шахт, так и в отношении организации их строительства.

г) При постройке новых шахт широко применять местные материалы как при возведении надшахтных сооружений, жилищном строительстве, так и для крепления капитальных выработок.

д) Механизировать все процессы проходки выработок и проводить тщательную предварительную подготовку к строительству.

е) Принимать меры к наиболее рациональному использованию денежных и материальных средств, механизмов и кадров строителей, широко применяя на самом строительстве цикличные и стахановские методы работы.

В качестве примера образцовой постановки строительных работ может служить строительство шахт „Пролетарская-Крутая“, „Кураховка“ и „Мушкетовка“ в Донбассе, построенных в самое последнее время. Методы работы и результаты, достигнутые строителями на этих шахтах, необходимо широко популяризировать среди работников шахт-новостроек.

Одним из моментов рациональной компановки шахты является правильный выбор места заложения ее стволов, предназначенных для вскрытия и разработки данного месторождения. В условиях нашего социалистического хозяйства рациональным местом заложения шахты необходимо считать такое, при котором обеспечиваются наименьшие затраты по строительству и эксплуатации шахты, а также достигаются хорошая устойчивость капитальных выработок, более высокая производительность предприятия, быстрое начало очистной добычи, наименьшие потери полезного ископаемого и полная безопасность работы. Таким образом, при выборе места заложения шахты необходимо учитывать следующие факторы:

а) затраты по проведению стволов и квершлагов, постройке рудничных дворов, надшахтных сооружений и подъездных путей;

б) расходы по откатке полезного ископаемого, пустой породы, закладочных и крепежных материалов, доставке людей к месту работы и обратно, подъему грузов по стволу шахты, водоотливу, вентиляции и ремонту капитальных выработок;

в) производительность шахты, начало очистной добычи и потери полезного ископаемого;

г) степень безопасности работы и устойчивость основных капитальных выработок (стволы, квершлаг, рудничные дворы).

Вопросу выбора места заложения шахт в нашей горнотехнической литературе посвящено много работ. Основными из них являются: работы акад. Л. Д. Шевякова, Р. Е. Селецкого, проф. А. М. Цейтлина и А. Е. Локшина, В. В. Баролина и Д. Н. Оглоблина. Поэтому в настоящей статье мы не рассматриваем вопроса выбора места заложения шахт в целом, а касаемся только тех элементов, которые, по нашему мнению, были недостаточно полно рассмотрены в работах указанных выше авторов. Конкретно, в данной работе нами рассматривается два вопроса: нахождение места заложения шахты вкрест простиранья свиты, удовлетворяющего минимуму длины квершлагов, и графическое определение положения створа, соответствующего наименьшей работе откатки по простиранью, когда учитывается внутрируд-

ничная доставка на поверхности. Последний вопрос нами разбирается применительно к месторождениям неправильной формы.

### 1. Место шахты, соответствующее минимуму длины квершлагов.

Для решения данной задачи применительно к условиям свиты пластов или жил, сначала рассмотрим этот вопрос при наличии одной только залежи. Само собою понятно, что поставленная задача может решаться только в том случае, когда капитальная шахта пересекает пласт или жилу. Поэтому допустим, что шахта АВ (фиг. 1 и 2) заложена в пункте А. Тогда, очевидно, длина квершлагов  $L = L_1 + L_2 \dots (1)$ , где  $L_1$  и  $L_2$  — соответствующие длины всех квершлагов выше точки 0 и ниже ее.

При отсутствии нулевого квершлага (фиг. 1) величина

$$L_1 = l_1 + l_2 + \dots + l_k = h \operatorname{ctg} \alpha + 2h \operatorname{ctg} \alpha + \dots + kh \operatorname{ctg} \alpha = \\ = \frac{1}{2} (1 + k) kh \operatorname{ctg} \alpha.$$

Так как  $k = \frac{z_1 - h}{h} = \frac{\rho \operatorname{tg} \alpha - h}{h}$ ,

то

$$L_1 = \frac{\rho}{2h} (\rho \operatorname{tg} \alpha - h) \quad (2)$$

Величина  $L_2 = l_1 + l_2 + \dots + l_n = h \operatorname{ctg} \alpha + 2h \operatorname{ctg} \alpha + \dots + n h \operatorname{ctg} \alpha = \frac{1}{2} (1 + n) n h \operatorname{ctg} \alpha$

Из чертежа (рис. 1) видно, что  $n = \frac{Z_2}{h} = \frac{H - Z_1}{h} = \\ = \frac{H - \rho \operatorname{tg} \alpha}{h}$ , следовательно,

$$L_2 = \frac{H + h - \rho \operatorname{tg} \alpha}{2h} (H - \rho \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{ctg} \alpha \quad (2_1)$$

Подставляя в уравнение (1) найденные значения  $L_1$  и  $L_2$ , получим:

$$L = \frac{\rho}{2h} (\rho \operatorname{tg} \alpha - h) + \frac{H - \rho \operatorname{tg} \alpha}{2h} (H + h - \rho \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{ctg} \alpha \quad (3)$$

Дифференцируя длину квершлагов ( $L$ ) по переменной ( $\rho$ ) и приравнявая найденную производную 0, получим:

$$\frac{dL}{d\rho} = \frac{1}{h} (2\rho \operatorname{tg} \alpha - H - h) = 0$$

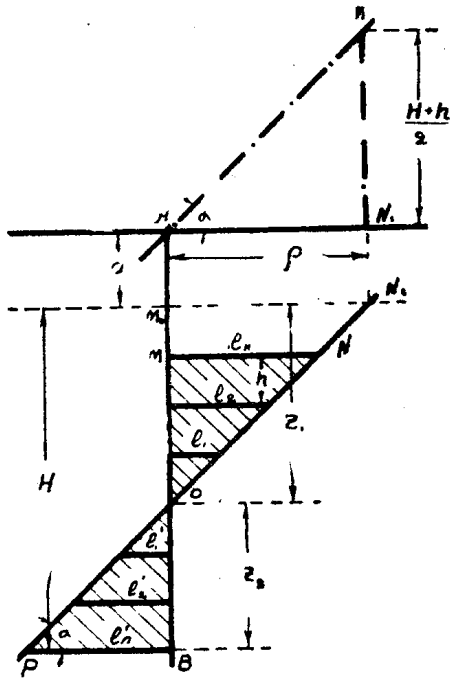


Рис. 1.

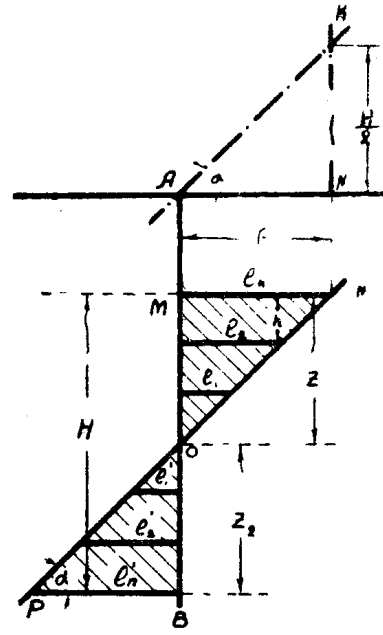


Рис. 2.

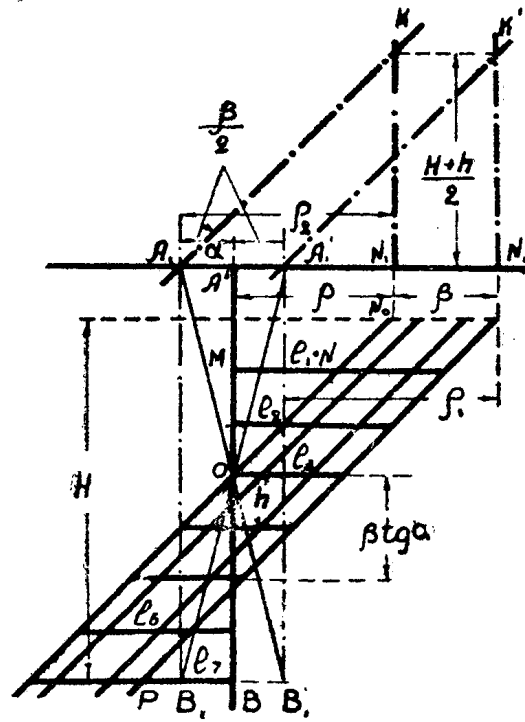


Рис. 3.

Отсюда находим, что в данном случае наименьшая длина квершлагов будет при

$$\rho = \frac{H+h}{2 \operatorname{tg} \alpha} \quad (4)$$

Тот же результат, как не трудно убедиться, будем иметь, находя условия минимума суммы площадей  $OMN = S_1$  и  $POB = S_2$  (рис. 1)

$$S = S_1 + S_2 = \frac{1}{2} (\rho - h \operatorname{ctg} \alpha)^2 \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{2} (H - \rho \operatorname{tg} \alpha)^2 \operatorname{ctg} \alpha.$$

$$\frac{dS}{d\rho} = 2\rho \operatorname{tg} \alpha - H - h = 0, \text{ или } \rho = \frac{H+h}{2 \operatorname{tg} \alpha}.$$

Как видно, последний способ является более простым, поэтому в дальнейшем мы им и будем пользоваться.

Если имеется нулевой квершлаг (фиг. 2), то

$$S = S_1 + S_2 = \frac{1}{2} \rho^2 \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{2} (H - \rho \operatorname{tg} \alpha)^2 \operatorname{ctg} \alpha$$

$$\frac{dS}{d\rho} = 2\rho \operatorname{tg} \alpha - H = 0 \text{ и}$$

$$\rho = \frac{H}{2 \operatorname{tg} \alpha} \quad (5)$$

Сделанный вывод показывает, что принимая величину  $\rho$ , равной значению, находимому по уравнениям (4) или (5), мы в каждом отдельном случае легко можем найти место, где заложенная шахта будет иметь наименьшую длину квершлагов. В этом случае (при относительно равномерном распределении запасов по падению) будут получаться и минимальные затраты как по откатке грузов на квершлагах, так и по вентиляции шахты.

Искомое место шахты легко можно найти графическим способом. Для этого (рис. 1) достаточно на линии  $N_0K$  от  $N_1$  отложить отрезок, равный  $\frac{H+h}{2}$  и из точки  $K$  провести линию  $KA$ , параллельную пласту или жиле. Точка  $A$ , где линия  $AK$  пересекается с поверхностью и будет являться искомым местом для заложения шахты. Из построения, сделанного на фиг. 1, видно, что отрезок  $N_1A = \rho = \frac{H+h}{2} \operatorname{ctg} \alpha = \frac{H+h}{2 \operatorname{tg} \alpha}$ .

При наличии нулевого квершлага отрезок  $N_1K$  принимается равным  $\frac{H}{2}$  (рис. 2), в остальном построение остается прежним.

1)  $H$  — высота поля шахты по падению,  $h$  — высота этажа. Прочие обозначения показаны на фигурах.

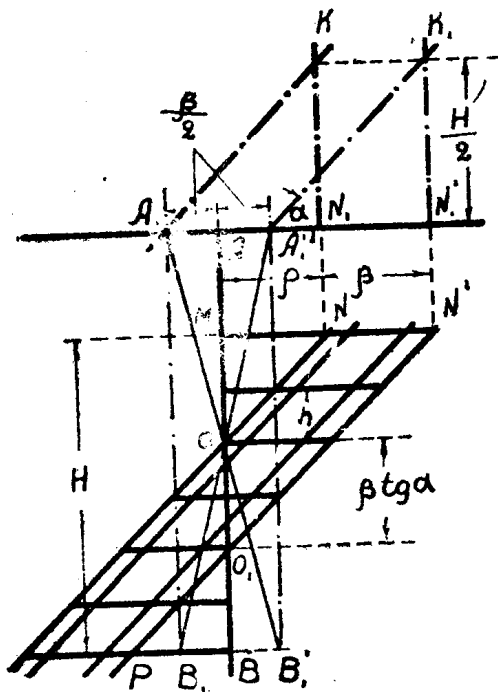


Рис. 4.

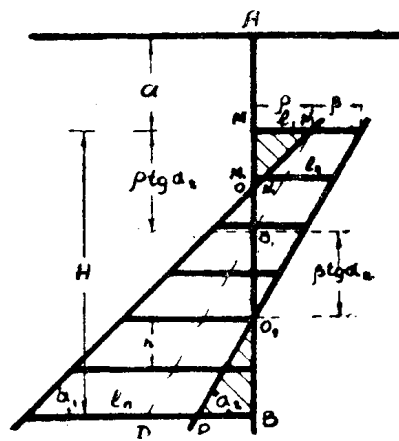


Рис. 6.

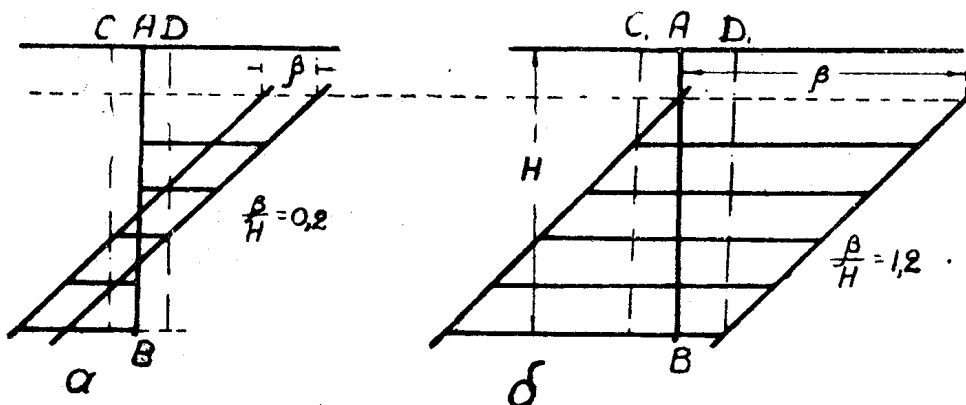


Рис. 5.

Сделанные выводы для одного пласта или одной жилы позволяют решить поставленную задачу для свиты залежей.

Допустим, что месторождение, состоящее из нескольких пластов или жил, имеющих согласное падение, вскрывается шахтой  $AB$  (рис. 3) и квершлагами  $l_1, l_2$  и т. д. (без нулевого квершлага<sup>1)</sup>). Тогда очевидно сумма площадей треугольников

$$MNO = S_1 \text{ и } POB = S_2 \text{ будет } S = S_1 + S_2 = \frac{1}{2} MN \cdot OM + \\ + \frac{1}{2} O_1 B \cdot PB = \frac{1}{2} (\rho - h \operatorname{ctg} \alpha)^2 \operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{2} (H - \rho \operatorname{tg} \alpha - \beta \operatorname{tg} \alpha)^2 \operatorname{ctg} \alpha.$$

В уравнении (6) приняты обозначения:

$\rho$  — расстояние шахты от выхода под наносы верхней залежи<sup>2)</sup>

$H$  — высота поля шахты по падению;  $h$  — высота этажа;

$\beta$  — горизонтальное расстояние между крайними залежами свиты;

$\alpha$  — угол падения пластов или жил.

Дифференцируя уравнение (6) и приравнявая производную  $O$ , получим:

$$\frac{dS}{d\rho} = 2\rho \operatorname{tg} \alpha - H - h + \beta \operatorname{tg} \alpha = 0 \quad (7)$$

Из уравнения (7) видно, что наименьшая длина квершлагов при вскрытии свиты будет при

$$\rho = \frac{H + h}{2 \operatorname{tg} \alpha} - \frac{\beta}{2} \quad (8)$$

Если бы за величину  $\rho$  мы приняли расстояние шахты от выхода под наносы нижней залежи, то было бы нетрудно точно таким же способом показать, что минимум длины квершлагов достигается при

$$\rho = \frac{H + h}{2 \operatorname{tg} \alpha} + \frac{\beta}{2} \quad (9)$$

При наличии нулевого квершлага (рис. 4) сумма площадей треугольников  $OMN$  и  $PO_1B$ , равная  $S = S_1 + S_2 =$

$$= \frac{1}{2} (MN \cdot OM + OB \cdot PB) = \frac{1}{2} [\rho^2 \operatorname{tg} \alpha + (H - \rho \operatorname{tg} \alpha - \beta \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{ctg} \alpha].$$

Значение величины  $\rho$ , удовлетворяющее минимуму длины квершлагов, находим из ур-ния:

$$\frac{dS}{d\rho} = 2\rho \operatorname{tg} \alpha - H + \beta \operatorname{tg} \alpha = 0 \quad (10)$$

<sup>1)</sup> Случай весьма редкий в практике (автор)

<sup>2)</sup> При глубоком залегании — от вершины залежи.

Решая это уравнение относительно ( $\rho$ ), получим:

$$\rho = \frac{H}{2 \operatorname{tg} \alpha} - \frac{\beta}{2} \quad (11)$$

так же, как и для предыдущего случая, принимая за величину ( $\rho$ ) соответственное расстояние от нижней залежи, найдем, что наименьшая длина квершлагов будет при

$$\rho = \frac{H}{2 \operatorname{tg} \alpha} + \frac{\beta}{2} \quad (12)$$

Сравнивая полученные уравнения (8), (9), (11) и (12) с уравнениями (4) и (5), мы приходим к выводу, что шахта, обладающая минимальной длиной квершлагов для всей свиты, находится на расстоянии  $\frac{\beta}{2}$  как от шахты  $A_1 B_1$ , проведенной по установленному нами правилу только для верхней залежи, так и от шахты  $A'_1 B'_1$  — для нижней залежи (рис. 3 и 4). Следовательно, искомая шахта для всей свиты проходит через точку пересечения диагоналей прямоугольника, построенного на шахтах  $A_1 B_1$  и  $A'_1 B'_1$ . Отсюда — вполне понятен весьма простой способ графического определения места заложения шахты  $AB$ . Однако такое определение можно сделать и более простым способом, пользуясь построением, показанным на фиг. 1 и 2. Для этого достаточно, как указано на фиг. 3 и 4, найти точку  $A_1$  или  $A'_1$ , соответствующую месту шахты для верхней или нижней залежи, а затем от одной из этих точек отложить вправо или влево (от точки  $A_1$  — вправо, а от точки  $A'_1$  — влево) отрезок  $A_1 A$  или  $A'_1 A$ , равный половине расстояния между крайними залежами свиты, т. е. равный  $\frac{\beta}{2}$ . Точка  $A$  и будет являться искомым местом заложения шахты, имеющей для данной свиты наименьшую длину квершлагов.

Как видно из чертежей (рис. 5а и 5б), находимая указанным способом точка  $A$  при вскрытии свиты залежей не является единственным пунктом, где шахта имеет наименьшую длину квершлагов. Около шахты, проведенной через точку  $A$ , в плоскости ее квершлагов, получается целая зона, в пределах которой все шахты имеют одинаковую с шахтой  $AB$  длину квершлагов. Ширина этой зоны зависит от величины  $\frac{\beta}{H}$ . Чем больше это отношение, тем шире зона и — наоборот. В каждом отдельном случае крайние пределы такой зоны могут быть легко установлены по чертежу после нанесения шахты  $AB$  и всех квершлагов. На фиг. 5-а — в пределах  $CD$ , 5-б —  $C^1 D^1$ . Наличие установленной зоны при необходимости дает возможность перемещать (в известных пределах) место заложения шахты, не увеличивая длины квершлагов.



Это создает известные удобства в отношении выбора места заложения шахты по другим факторам, возможно, не выходя из предела минимума квершлагов.

Если жилы или пласты данной свиты падают под различными углами (рис. 6), изменяющимися в пределах от  $\alpha_1$  до  $\alpha_2$ , то условие минимума длины квершлагов можно установить следующим образом.

Пусть шахта  $AB$  вскрывает свиту пластов, из которых самый верхний залегает под углом  $\alpha_1$ , а самый нижний — под углом  $\alpha_2$ . Тогда проведя линию  $ND$ , параллельную нижнему пласту, видим, что  $M = O\rho_1 \operatorname{tg} \alpha_1$ ,  $MO_1 = \rho \operatorname{tg} \alpha_2$  и  $O_1O_2 = \beta \operatorname{tg} \alpha_2$ . Следовательно, сумма площадей треугольников  $MON = S_1$  и  $O_2PB = S_2$  будет:

$$S = S_1 + S_2 = \frac{1}{2} \rho^2 \operatorname{tg} \alpha_1 + \frac{1}{2} (H - \rho \operatorname{tg} \alpha_2 - \beta \operatorname{tg} \alpha_2)^2 \operatorname{ctg} \alpha_2 \quad (13)$$

Приравнивая первую производную  $\frac{dS}{d\rho}$  нулю и решая полученное уравнение, найдем значение ( $\rho$ ), при котором длина квершлагов будет минимальной.

$$\frac{dS}{d\rho} = \rho(\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2) - H + \beta \operatorname{tg} \alpha_2 = 0$$

Отсюда

$$\rho = \frac{H - \beta \operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2} \quad (14)$$

При  $\alpha_1 = \alpha_2$  данное уравнение, как и следовало ожидать, имеет вид, аналогичный уравнению (11).

При отсутствии нулевого квершлага условие минимума длины квершлагов найдем из уравнения:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{d\rho} &= \frac{dS_1}{d\rho} + \frac{dS_2}{d\rho} = \frac{d}{d\rho} \left( \frac{1}{2} M_1 N_1 \cdot M_1 O \right) + \frac{d}{d\rho} \left( \frac{1}{2} O_2 B \cdot B \cdot P \right) = \\ &= \frac{d}{d\rho} \left[ \frac{1}{2} (\rho - h \operatorname{ctg} \alpha_1)^2 \operatorname{tg} \alpha_1 \right] + \\ &+ \frac{d}{d\rho} \left[ \frac{1}{2} (H - \rho \operatorname{tg} \alpha_2 - \beta \operatorname{tg} \alpha_2) \operatorname{ctg} \alpha_2 \right] = \rho(\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2) - H - h + \\ &+ \beta \operatorname{tg} \alpha_2 = 0 \end{aligned}$$

Отсюда искомое значение ( $\rho$ ) будет

$$\rho = \frac{H + h - \beta \operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2} \quad (15)$$

Когда  $H + h - \beta \operatorname{tg} \alpha_2 < 0$ , ствол шахты на всей глубине располагается внутри свиты.

Если вскрывается синклинальная или антиклинальная складка, само собою понятно, что наименьшая длина квершлагов была бы при прохождении шахты через вершину складок. Однако, во многих случаях из-за значительных потерь полезного ископаемого, такое расположение ствола принимать нельзя.

Полученные ур-ния для определения величины ( $\rho$ ) позволяют в каждом отдельном случае легко найти положение вертикального ствола, при котором он будет иметь наименьшую длину квершлагов. А затем, учтя остальные факторы,—окончательно выбрать место для заложения шахты.

## 2. Определение места заложения шахты по простиранию.

Как уже указывалось в вводной части настоящей статьи, при рассмотрении вопроса о выборе места заложения шахты по простиранию нами разбирается лишь графический метод определения створа, соответствующего наименьшей работе откатки при неправильных месторождениях. Вместе с этим дается решение данного вопроса и для случая, когда бывает необходимость учитывать внутрирудничную откатку на поверхности. В основу решения этой задачи положен метод, предложенный инж. В. В. Баролиным в его статье, напечатанной в „Горном журнале“, 1927 г., № 9. К сожалению, в работе инж. Баролина не был разобран вопрос определения места заложения шахты при неправильном залегании месторождений по падению, если они разрабатываются несколькими этажами. В этом случае невозможно найти створ, соответствующий минимуму работы откатки, по диаграмме нагруженности только одного штрека, как рекомендуется инж. В. В. Баролиным. Кроме того, в работе В. В. Баролина не дается метод нахождения места шахты при наличии внутрирудничной откатки на поверхности. Таким образом, считая способ, рассмотренный в указанной выше статье, весьма простым и интересным, мы, пользуясь им, ставим решение данной задачи в более общем виде. Что же касается поверхностной откатки, то предлагаемое нами решение в литературе освещается впервые.

Допустим, что имеется рудная залежь неправильной формы, которую запроектировано разрабатывать тремя этажами высотой  $h$  м (рис. 7). Далее предположим, что форма рудного тела изменяется как по простиранию его, так и по падению. Поэтому в этом случае невозможно представить нагруженность на одном каком то штреке<sup>1)</sup>, чтобы определить место, соответствующее наименьшей работе по откатке грузов в направлении простирания залежи. Вследствие этого предварительно строим диаграммы нагруженности по всем этажным штрекам. Для этого запасы каждого этажа разбиваем на отдельные блоки, которые

<sup>1)</sup> Нагруженность штрека—количество тонн руды, поступающей на один пог. штрека.

возможно принять за призматоиды с основаниями, площади которых легко определяются геометрическим способом. А затем, полагая, что запасы таких блоков равномерно распределяются на соответствующих участках штрека, строим для него диаграмму нагруженности. Таким образом получены нагруженности штреков I—I, II—II и III—III, показанных на рис. 7. Для упрощения соответствующих построений на указанной фигуре нагруженности штреков представлены в несколько схематизированном виде.

В результате такого распределения запасов рудного тела получим нагруженности: штрек I—I—на участке  $ab—q'_1$ ,  $bc—q'_2$ ,  $cd—q'_3$ ; штрек II—II—на участке  $a'b'—q''_1$ ,  $b'c'—q''_2$ ,  $c'd'—q''_3$ ; штрек III—III на участке  $a''b''—q'''_1$ ,  $b''c''—q'''_2$ ,  $c''d''—q'''_3$ . По этим диаграммам нагруженности отдельных штреков строим суммарную диаграмму нагруженности линии  $A'A_1$ , проекции всех основных штреков (I—I, II—II, III—III).

Суммарная нагруженность линии  $A'A_1$  показана: участок  $l_1—q_1$ ,  $l_2—q_2$ ,  $l_3—q_3$  и т. д.  $l_8—q_8$ .

На основании диаграммы, построенной на линии  $A'A_1$  вычерчиваем диаграммы работы откатки всех грузов к точке  $A_1$  и обратно— к точке  $A$ . Построение этих диаграмм производим следующим образом. На перпендикуляре к прямой  $AA_1$  в определенном масштабе откладываем отрезок  $B'B = Q_1 = q_1 l_1$  а затем аналогичным образом последовательно берем отрезки  $CD = Q_2 = q_2 l_2$ ;  $EF = Q_3 = q_3 l_3$ ;  $GI = Q_4 = q_4 l_4$  . . . . и  $R_1 S = Q_8 = q_8 l_8$ . Соединяя точки  $A, B, D, F$  . . . .  $P$  и  $S$  прямыми линиями, получаем фигуру  $ABDF$  . . . .  $SRA_1$ , площадь которой, как нетрудно убедиться, представляет работу откатки всех грузов к точке  $A_1$ . Чтобы доставить груз  $Q_1$  к точке  $A_1$ , необходимо затратить работу, равную  $\frac{1}{2} Q_1 l_1 + Q_1 (AA_1 - l_1)$ . Между тем, площадь трапеции  $ABC_0 A_1 = \frac{1}{2} B'B$ .  $AB' + B'B$ .  $B'A_1 = \frac{1}{2} Q_1 l_1 + Q_1 (AA_1 - l_1)$ , т. е. площадь этой трапеции равна работе откатки груза  $Q_1$  к точке  $A_1$ . Точно таким же образом можно показать, что площадь трапеции  $BDD_0 C_0$  равна работе откатки груза  $Q_2$  к той же точке  $A_1$  и т. д. Следовательно площадь указанной выше фигуры  $ABDFI$  . . .  $SRA_1$ , действи-

тельно равна работе откатки груза  $Q = \sum_1 Q_i$  к правому флангу

залежи, к точке  $A_1$ . Также строим диаграмму  $A_1 B_1 D_1 F_1$  . . . .  $P_1 S_1 A$ , площадь которой равна работе откатки грузов  $Q_8, Q_7, Q_6$  . . . .  $Q_2$  и  $Q_1$  к левому флангу рудного тела, к точке  $A$ . Точка  $O_0$ , пересечение линий  $ABDFI$  . . .  $P S_1$ , и  $A_1 B_1 D_1 F_1$  . . . .  $P_1 S_1$ , будет определять положение створа  $e_1 e_1$ , соответствующего наименьшей работе подземной откатки руды и выдаваемой породы (по штрекам I—I, II—II и III—III). Это легко можно доказать таким образом. Положим, что площади диаграмм  $ABDF$  . . . .  $SA_1$ ,  $A_1 B_1 D_1 F_1$  . . . .  $S_1 A$  и  $ABDF O_0 F_1 D_1 B_1 A_1$  соответственно равны  $\omega_1, \omega_2$  и  $\omega_3$ . При этом, как видно на фиг. 7, площадь  $\omega_3$  меньше площадей  $\omega_1$  и  $\omega_2$ . Следовательно, если бы шахта была зало-

разрез по простиранию.

разрез по падению.

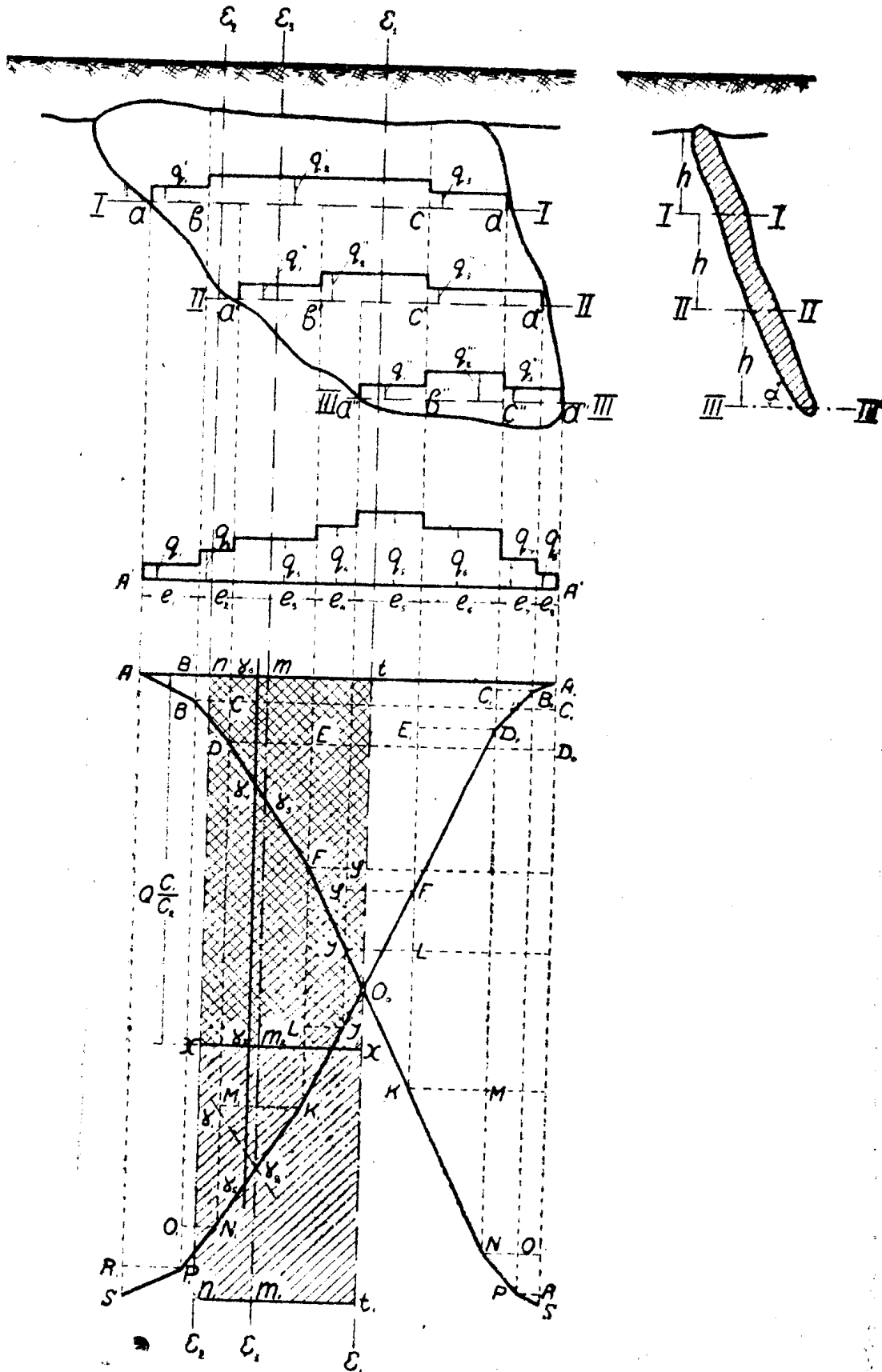


Рис. 7.

жена в створе, проходящем через точку  $A$  или  $A_1$ , то работа подземной откатки была бы значительно больше, чем для шахты, заложенной в створе  $\varepsilon_1 \varepsilon_1$ , проходящем через точку  $O_0$ .<sup>1)</sup> Далее предположим, что шахта из створа  $\varepsilon_1 \varepsilon_1$ , перемещается вправо или влево на бесконечно малую величину  $dl$ . При таком перемещении площадь  $\omega_3$  будет увеличиваться на бесконечно малые площадки  $d\omega$ , располагающиеся справа или слева от точки  $O_0$ . Таким образом, перемещая шахту из плоскости  $\varepsilon_1 \varepsilon_1$ , мы будем увеличивать работу по подземной откатке руды и породы. Следовательно, створ  $\varepsilon_1 \varepsilon_1$ , проходящий через точку  $O_0$ , соответствует минимуму работы подземной откатки для данного рудного тела.

При отсутствии на шахте внутрирудничной откатки на поверхности, совершаемой в направлении простирания рудного тела, наивыгоднейшим местом заложения шахты по простиранию (с точки зрения объема работы подземной откатки) была бы плоскость  $\varepsilon_1 \varepsilon_1$ , определяемая положением точки  $O_0$  на диаграммах  $A S A_1$  и  $A_1 S_1 A$ . В отношении вскрытия месторождения, показанного на рис. 7, и его разработки—найденное место заложения шахты не вызывает каких-либо возражений (имеется относительно симметричное двукрылое поле).

Если добываемая руда поступает сначала на обогатительную фабрику, расположенную вблизи шахты, или идет непосредственно на завод, находящийся поблизости от шахтных бункеров, то при выборе места заложения стволов необходимо учитывать работу по откатке руды на поверхности. Допустим, что створ, куда должна поступать добытая руда, располагается по линии  $\varepsilon_2 \varepsilon_2$  (место обогатительной фабрики или завода). Тогда, очевидно, оставляя ствол на плоскости  $\varepsilon_1 \varepsilon_1$ , мы были бы вынуждены затратить дополнительную работу на доставку руды к створу  $\varepsilon_2 \varepsilon_2$ , определяемую площадью прямоугольника  $ntt_1 n_1$ . Сторона этого прямоугольника  $nn_1$  или  $tt_1$  представляет общий запас руды в  $t$ , а  $nt$  или  $n_1 t_1$ —дальность откатки в  $км$  или  $м$ . Поэтому, чтобы достигнуть минимальных затрат по откатке руды как под землей, так и на поверхности, необходимо ствол шахты несколько сдвинуть в сторону створа  $\varepsilon_2 \varepsilon_2$  (рис. 7). Для нахождения створа  $\varepsilon_3 \varepsilon_3$ , соответствующего наименьшей работе подземной и поверхностной откатки, сначала определяем объем работы откатки на поверхности, приведенной к подземной. Так как в большинстве случаев стоимость единицы работы (рубл. тм или ткм) поверхностной откатки ( $C_1$ ) несколько меньше подземной ( $C_2$ ), то для получения приведенной работы откатки на поверхности—уменьшаем действительное число ее единиц пропорционально отношению  $\frac{C_1}{C_2}$ . Площадь прямоугольника  $ntxx_1$  равна приведенной работе откатки на поверхности. Сторона его

<sup>1)</sup> Створы располагаются нормально к линии простирания рудного тела.

$nx = Q \frac{C_1}{C_2}$ , где  $Q$  — общий запас руды, получаемой из данного месторождения. (Для нахождения створа  $\varepsilon_3 \varepsilon_3$  принято  $\frac{C_1}{C_2} = 0,6$ ).

По установленному значению  $\frac{C_1}{C_2} Q$  находим положение плоскости  $\varepsilon_3 \varepsilon_3$  на которой будет приходиться шахта, обеспечивающая минимальную работу откатки как под землей, так и на поверхности. Для этого из ординат  $J J_1 E K_1 \dots B P_1$  выбираем первую (от точки  $O_0$ ), которая больше  $nx = \frac{C_1}{C_2} Q$ , и откладываем на ней значение  $nx$  (от точек  $F_1 J D$  или  $B$ ). Через точку  $\gamma_1$  (нижний конец отрезка, равного значению  $nx$ ) проводим прямую, параллельную линиям  $J O_0$ ,  $F J$  или  $D F$  и т. д. — до пересечения с линией  $O_0 J_1$ ,  $J_1 K_1$  или  $K_1 N_1$  — в точке  $\gamma_2$ , определяющей положение плоскости  $\varepsilon_3 \varepsilon_3$ , нормальной к линии простирания рудной залежи. На рис. 7 первой ординатой, которая больше величины  $nx$ , оказалась ордината  $D N_1$ . На ней от точки  $D$  отложен отрезок  $D \gamma_1$ , равный значению  $nx = \frac{C_1}{C_2} Q$ .

Через точку  $\gamma_1$  проведена прямая, параллельная линии  $DF$  до пересечения с прямой  $N_1 K_1$  в точке  $\gamma_2$ , определившей положение искомой плоскости (створа)  $\varepsilon_3 \varepsilon_3$ . Шахта, расположенная в этом створе, действительно будет давать наименьшую работу откатки (подземной и поверхностной). В этом нетрудно убедиться непосредственно по чертежу, показанному на рис. 7. Предположим, что шахта из створа  $\varepsilon_3 \varepsilon_3$  несколько сдвинута влево. Тогда по подземной откатке прибавится небольшая площадка, определяемая трапецией  $\gamma_2 \gamma_3 \gamma_4 \gamma_5$ , а по приведенной поверхностной — сократится на площадку прямоугольника  $m \gamma_6 \gamma_7 m_2$ . Так как высота и основание  $\gamma_2 \gamma_3$  трапеции равны высоте и основанию  $m m_2$  прямоугольника, а другое ее основание  $\gamma_4 \gamma_5 > m m_2$ , то площадь „прирезанной“ трапеции больше „отрезанного“ прямоугольника. Отсюда видно, что при перемещении шахты влево от плоскости  $\varepsilon_3 \varepsilon_3$  происходит увеличение общей работы по откатке грузов (за счет более быстрого повышения работы подземной откатки). Точно также можно доказать, что и при перемещении шахты вправо будет наблюдаться увеличение работы (вследствие более интенсивного роста приведенной поверхностной работы откатки). Следовательно положение створа  $\varepsilon_3 \varepsilon_3$  соответствует минимуму работы откатки.

Предлагаемый способ определения места шахты, соответствующего наименьшей работе откатки по простиранию, может применяться как для неправильных месторождений, состоящих из одной залежи, так и для нескольких более или менее правильных жил и пластов, имеющих или различную длину или достаточно сложное относительное расположение по простира-

д) Механизировать все процессы проходки выработок и проводить тщательную предварительную подготовку к строительству.

е) Принимать меры к наиболее рациональному использованию денежных и материальных средств, механизмов и кадров строителей, широко применяя на самом строительстве цикличные и стахановские методы работы.

В качестве примера образцовой постановки строительных работ может служить строительство шахт „Пролетарская-Крутая“, „Кураховка“ и „Мушкетовка“ в Донбассе, построенных в самое последнее время. Методы работы и результаты, достигнутые строителями на этих шахтах, необходимо широко популяризировать среди работников шахт-новостроек.

Одним из моментов рациональной компановки шахты является правильный выбор места заложения ее стволов, предназначенных для вскрытия и разработки данного месторождения. В условиях нашего социалистического хозяйства рациональным местом заложения шахты необходимо считать такое, при котором обеспечиваются наименьшие затраты по строительству и эксплуатации шахты, а также достигаются хорошая устойчивость капитальных выработок, более высокая производительность предприятия, быстрое начало очистной добычи, наименьшие потери полезного ископаемого и полная безопасность работы. Таким образом, при выборе места заложения шахты необходимо учитывать следующие факторы:

а) затраты по проведению стволов и квершлагов, постройке рудничных дворов, надшахтных сооружений и подъездных путей;

б) расходы по откатке полезного ископаемого, пустой породы, закладочных и крепежных материалов, доставке людей к месту работы и обратно, подъему грузов по стволу шахты, водоотливу, вентиляции и ремонту капитальных выработок;

в) производительность шахты, начало очистной добычи и потери полезного ископаемого;

г) степень безопасности работы и устойчивость основных капитальных выработок (стволы, квершлагги, рудничные дворы).

Вопросу выбора места заложения шахт в нашей горнотехнической литературе посвящено много работ. Основными из них являются: работы акад. Л. Д. Шевякова, Р. Е. Селецкого, проф. А. М. Цейтлина и А. Е. Локшина, В. В. Баролина и Д. Н. Оглоблина. Поэтому в настоящей статье мы не рассматриваем вопроса выбора места заложения шахт в целом, а касаемся только тех элементов, которые, по нашему мнению, были недостаточно полно рассмотрены в работах указанных выше авторов. Конкретно, в данной работе нами рассматривается два вопроса: нахождение места заложения шахты вквост простирания свиты, удовлетворяющего минимуму длины квершлаггов, и графическое определение положения створа, соответствующего наименьшей работе откатки по простиранию, когда учитывается внутрируд-

правильном залегании значительного числа пластов, на проекции штреков может получиться столько сосредоточенных грузов, что придется приводить их к распределенной нагрузке. При относительно правильных пологих залежах, безусловно, правильнее считать сосредоточенное распределение запасов на штреках, но в таких условиях (при выборе места для шахты по проектированию) нет никакой надобности производить достаточно сложные построения, когда сама эта задача здесь разрешается значительно проще. Поэтому при построении диаграмм  $A S A_1$  и  $A_1 S_1 A$  применительно к месторождениям неправильной формы, по нашему мнению, гораздо удобнее и проще пользоваться распределенными запасами.