

Сети микротриангуляции строятся со сторонами длиной в 100—200 м, а углы в ней наблюдаются с ошибкой $\pm 10''$.

Показатели точности полигонометрических и теодолитных ходов, прокладываемых для целей съемок, даются в табл. 1.

Таблица 1

Классы полигонометрии	1	2	3	Теодолитные хода
1. Средняя квадратическая ошибка измерения угла	5"	8"	15"	20"
2. Предельная линейная невязка хода	1:15000	1:8000	1:4000	1:2000
3. Предельная длина хода	6 км	4 км	1,5 км	—
4. Наименьшая длина линии	200 м	100 м	70 м	—

Отличаясь значительной трудоемкостью полевых работ (особенно линейных измерений), полигонометрия 1 и 2 классов не нашла большого применения на открытых разработках. Полигонометрия 3 класса и теодолитные хода, как вид обоснования, довольно широко используются на карьерах.

Однако прокладка теодолитных и полигонометрических ходов 3 класса требует хорошего профиля местности (для линейных измерений). Выполнение этого условия на карьере часто бывает затруднительным, отнимает много времени и удорожает стоимость обоснования.

Построение рабочего обоснования методом триангуляции из сплошных треугольников в условиях карьера очень сложно, вследствие значительного объема угловых измерений.

Получение координат пунктов обоснования, построенного указанными выше методами, возможно лишь по окончании всех полевых работ. В условиях же интенсивного ведения горных работ часто требуется получение координат опорных пунктов, не ожидая окончания всей работы.

Многие из приведенных недостатков построения рабочего обоснования на открытых разработках могут быть устранены при применении метода геодезических засечек. В методе геодезических засечек обеспечивается быстрота выполнения полевых работ, высокая точность определения пунктов и удешевляется стоимость обоснования благодаря следующим обстоятельствам:

а) В методе засечек требуются только угловые наблюдения, как и в триангуляции, но количество пунктов наблюдения, по сравнению с триангуляцией, сокращается на одну треть.

б) В методе засечек трудоемкие и громоздкие линейные измерения, исполняемые в полигонометрии, сведены до минимума.

в) Скорость полевых работ по сравнению с теодолитными ходами и триангуляцией значительно увеличивается, а стоимость обоснования уменьшается примерно на 20%.

г) Вычисление координат опорных пунктов в методе засечек можно производить не ожидая окончания всей работы, по мере продвижения ходовой линии.

д) В методе геодезических засечек контроль полевых измерений надежнее, чем в триангуляции и в полигонометрии. Контроль вы-

полняется на каждом пункте ходовой линии путем сличения длины и дирекционного угла одной и той же стороны, определенных из двух передач.

е) Полевые работы по методу геодезических засечек могут производиться в летних и зимних условиях, в дневное и ночное время. Для ночных работ необходимо иметь соответствующее оборудование.

ж) Теоретические исследования и опыт показывают, что точность сетей, построенных по способу засечек, получается в 2 раза больше, чем в теодолитных ходах (1:3000 — 1:5000, вместо 1:1500—1:2000), при одинаковой точности угловых измерений (2 приемами, 30" теодолитом, с ошибкой измерения угла $\pm 20''$).

Работа автора, проведенная в 1953 году в Кузбассе по прокладке ходовых линий методом засечек, подтверждает указанные выводы.

Схемы построения геодезической основы методом засечек

Приведем ряд типовых схем построения рабочего обоснования по способу засечек для съемок открытых разработок.

На рис. 1 пункты A° , B° , C° и D° являются пунктами геодезического обоснования триангуляции или полигонометрии более высокого класса, нежели сами хода, A , B , C , D , E ... — пункты ходовой линии, установленные на дне карьера, $1-1'$, $2-2'$... $5-5'$ вспомогательные пункты, расположенные по бровкам карьера. Длины исходных сторон ходовой линии и их дирекционные углы могут быть получены посредством прокладки дополнительного привязочного хода. Точность передачи длин исходных сторон и дирекционных углов будет зависеть от технических требований к съемочному ходу.

Заметим, что схема построения хода, указанная на рис. 1, может быть применена при обосновании съемок отдельных площадок (уступов) значительной ширины.

При построении рабочего обоснования по методу засечек необходимо учитывать, что точность сети будет зависеть от конфигурации треугольников.

Для определения лучшей геометрической формы построения пучка засечек положим, что треугольники, расположенные по ходовой линии, построены из симметричных пучков засечек (рис. 2). Такое построение засечки возможно при выполнении условия равенства углов $B = B' = 90^\circ$.

Подставляя значение котангенса угла $B = 90^\circ$ в известную формулу [1].

$$Q = [2 \operatorname{ctg}^2(A + B) + \operatorname{ctg}^2 A + 2 \operatorname{ctg} A \operatorname{ctg}(A + B)] \left(\frac{10^6 \mu}{\rho} \right)^2,$$

получим:

$$Q = (\operatorname{ctg}^2 A + 2 \operatorname{tg}^2 A + 2) \left(\frac{10^6 \mu}{\rho} \right)^2. \quad (1)$$

Форма засечки будет наивыгоднейшей, когда обратный геометрический вес Q будет равен минимуму, что приводит к равенству

$$\frac{dQ}{dA} = 0;$$

или

$$\frac{2 \sin^4 A - \cos^4 A}{\sin^2 A \cdot \cos^2 A} = 0,$$

откуда

$$\operatorname{ctg} A = \sqrt[4]{2} = 1,189$$

$$A^\circ = 40^\circ 03'.$$

(2)

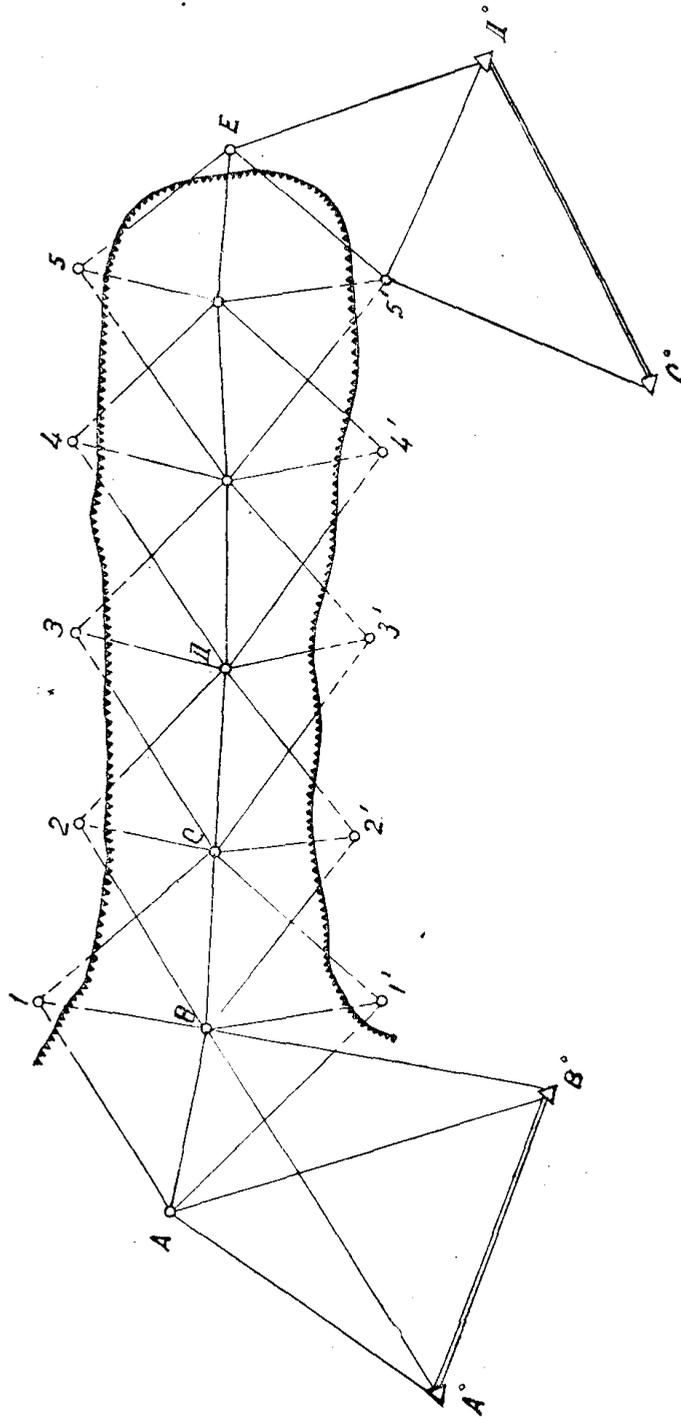


Рис. 1

Следовательно, лучшим построением пучка засечки, при симметричной форме, является такая засечка, когда угол A будет близким по своему значению к 40° .

При размещении ходовой линии по уступу карьера (рис. 3) можно строить ходовую линию с большими сторонами, что повысит точность прокладываемого хода.

При криволинейном направлении карьера (рис. 4) ходовая линия получит изломы, а сеть будет строиться многофигурными засечками.

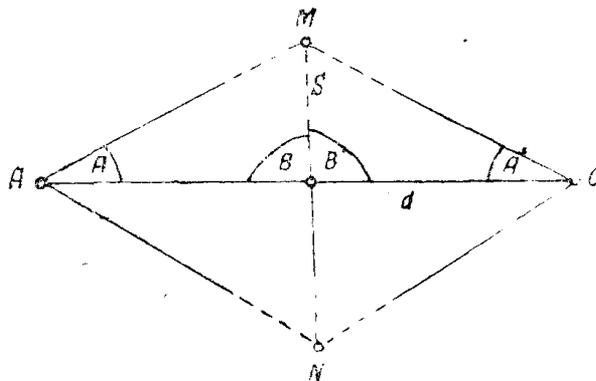


Рис. 2.

Изломы ходовой линии повышают точность передачи длин сторон. Так, например, излом хода от прямой линии на 15° повышает точность передачи длин сторон хода в 2 раза в сравнении с прямым ходом; продольные ошибки в 1,5—2 раза, а поперечные ошибки 1,2—1,5 раза меньше, чем ошибки в прямолинейном ходе.

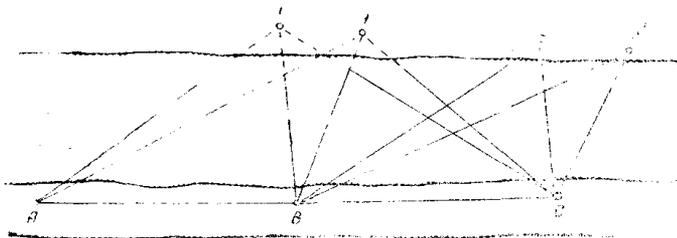


Рис. 3.

При отсутствии правильной уступной системы разработок рабочее обоснование может быть построено по схеме, указанной на рис. 5. Ходовая линия $ABCEK$ располагается по обеим сторонам карьера при одностороннем размещении вспомогательных пунктов $1-1' \dots 2-2'$. Такое расположение ходовой линии (изгиб), как было указано выше, заметно повышает точность определения пунктов.

При необходимости иметь в карьере дополнительные съемочные точки, то положение их может быть определено как пункты второго порядка (п. I и II). Эти пункты устанавливаются вблизи сторон ходовой линии, и на них производятся соответствующие угловые измерения. Вычисление координат дополнительных пунктов следует производить после увязки основного хода. Такое построение повышает точность хода и создает добавочный контроль передачи дирекционного угла по ходу.

На крупных карьерах, при одностороннем фронте горных работ, способом засечек можно одновременно строить подходную сеть к открытым разработкам и рабочее обоснование текущих маркшейдерских съемок.

На рис. 6 точки A, B, C, E , и K являются пунктами ходовой линии, проложенной на борту карьера по противоположной стороне

от действующих уступов. В качестве же непосредственного рабочего обоснования служат точки P , P' , M и M' , являющиеся вспомогательными пунктами и определяемые одновременно с пунктами хода. Заметим, что пункты P , P' , M и M' будут получены с несколько меньшей точностью, чем пункты ходовой линии. Исследования показывают, что потеря в точности определения вспомогательных пунктов, по сравнению с пунктами ходовой линии, составляет 10—15%.

Указанная схема совместного построения подходов сети и рабочего обоснования может быть широко использована в практике маркшейдерских съемок.

Замечания к построению геодезической основы на открытых разработках методом засечек

а) Рекогносцировка пунктов

Ходовая линия должна выбираться по нужным направлениям в отношении целевого назначения сети. Вспомогательные пункты устанавливаются с расчетом обеспечения видимости на них с пунктов ходовой линии, в местах, выгодных для дальнейшего их использования и обеспечения наименьшего обратного геометрического веса передачи.

После рекогносцировки ходовой линии можно заранее подсчитать ошибку последней стороны хода по формуле [1]:

$$m_{s_r} = m'' \sqrt{\frac{1}{2P_{s_r}}}, \quad (3)$$

где m'' — средняя квадратическая ошибка измерения угла,

$\frac{1}{P_{s_r}}$ — обратный вес передачи длины стороны хода.

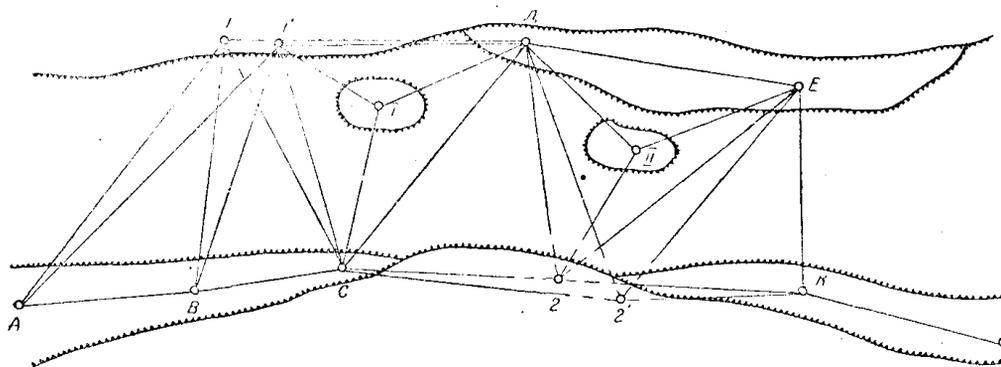


Рис. 5.

Величина m'' устанавливается в зависимости от требований, предъявляемых технической инструкцией к рабочему обоснованию.

Заметим, что выбор пунктов на местности не составляет никакой трудности. Метод засечек обладает исключительной гибкостью и позволяет успешно преодолевать препятствия местности.

б) Закрепление пунктов

Пункты ходовой линии и вспомогательные пункты основных ходов первой передачи закрепляются как опорные пункты в соответствии с существующей технической инструкцией. Все другие пункты закрепляются деревянными кольями.

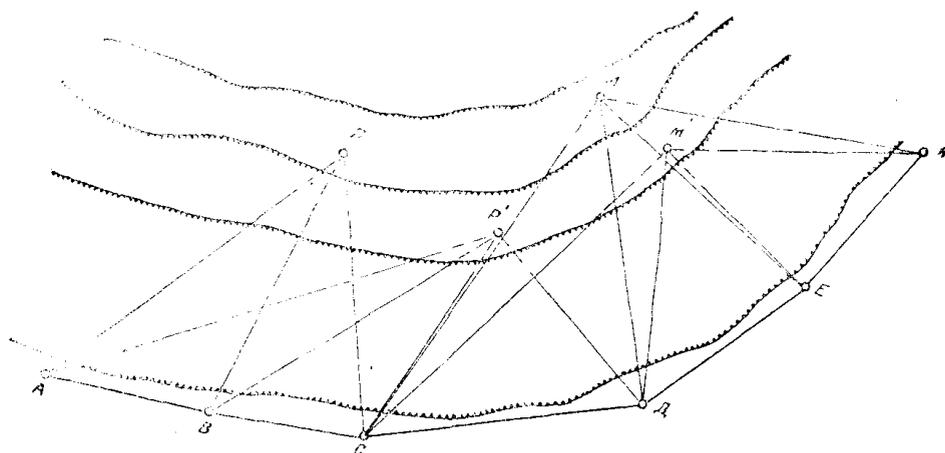


Рис. 6

в) Измерение горизонтальных углов

В зависимости от назначения и точности ходов, развиваемых по методу засечек, для угловых измерений могут быть использованы оптические теодолиты или теодолиты 30" точности.

После рекогносцировки и вычисления обратного геометрического веса хода по формуле (3) можно подсчитать необходимую точность измерения угла, а затем установить число приемов (или повторений), которыми следует измерять углы при ходовой линии. Если угловые измерения выполняются 30-секундным теодолитом, то число приемов (или повторений) можно установить по табл. 2 [3] ошибок измерения угла 30-секундным теодолитом, обусловленных ошибками отсчитывания и визирования.

Таблица 2

Способ круговых приемов			Способ повторений			
n — число полуприемов			при 2 повторениях		при 3 повторениях	
2	4	6	$n=2$	$n=4$	$n=2$	$n=4$
21"	15"	12"	11"	8"	7"	5"

Измерение углов в ходах, заменяющих полигонометрию 3 класса, при длине хода 1,5—2 км можно производить 30-секундным теодолитом 2—3 приемами.

При измерении углов ходовой линии необходимо строго следить за точным центрированием инструмента и визирных целей, так как неточное центрирование при коротких сторонах хода влечет за собой ошибки, подчас превышающие точность измерения углов.

При длине сторон хода в среднем 150 м ошибку центрирования инструмента и визирных целей не следует допускать более 3 мм, а при более коротких (50—75 м)—1—2 мм.

Имея в виду, что ходовая линия будет построена из сравнительно коротких линий, в целях исключения ошибок за центрирование теодолита и редукцию знаков, при измерении углов особенно желательно применять комплект, состоящий из трех угломерных инструментов, типа ТБ—1.

При невозможности осуществить способ измерения углов комплектом из нескольких инструментов или трехштативной системой, при измерении углов необходимо применять жесткие отвесы, устанавливаемые на пунктах ходовой линии и вспомогательных пунктах. Жесткие отвесы и штативы для них можно изготовить при небольших затратах, в местных механических мастерских. Конструкция жестких отвесов и штативов была разработана автором при создании комплекта прибора для измерений линий и углов полигонометрических ходов. Ниже приводится описание конструкции жесткого отвеса и штатива к нему.

Ш т а т и в

Головка штатива отливается из чугуна. Форма головки штатива показана на рис. 7.

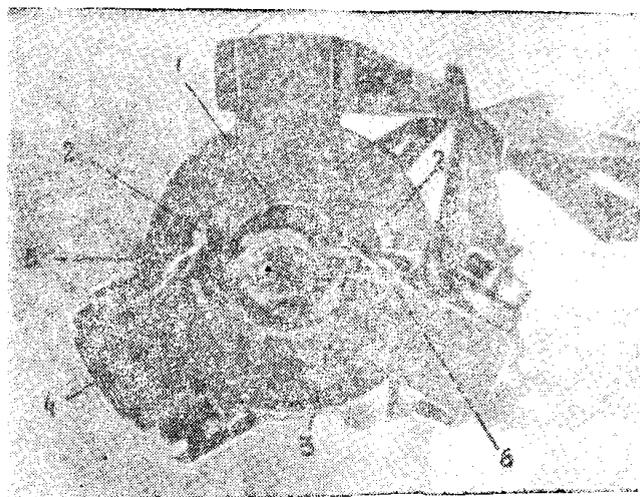


Рис. 7.

Отверстие головки штатива (1) имеет диаметр 6 см. Параллельно отверстию головки сделаны два круговых выреза (2). На головку штатива накладывается металлическая линейка (3), имеющая в средней части расширение (4) с нарезанным винтообразным отверстием, а на краях—прямые продольные вырезы (5). Вырезы в линейке и головке штатива позволяют перемещать линейку в различных направлениях. После соответствующей установки положение линейки на головке штатива закрепляется зажимными винтами (6).

Твердые отвесы (вехи)

Твердый отвес изготавливается из круглой стали диаметром 1—1,5 см и длиной 2 м (рис. 8). В нижней части отвес стачивается на конус. Для подвески отвеса на штатив надевается приспособление, состоящее из двух колец у муфты, скрепленных между собой двумя взаимно-перпендикулярными металлическими осями (рис. 9). Для под-

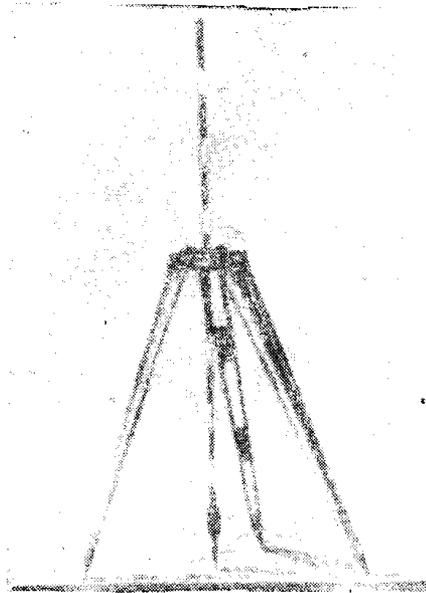


Рис. 8.

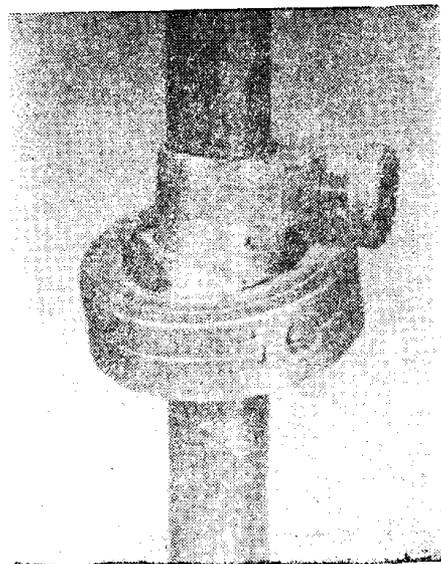


Рис. 9.

вески отвеса на штативе муфта имеет зажимной винт. Устойчивость подвешенного отвеса обеспечивается при помощи металлического груза-цилиндра весом в 1,5—2,0 кг, который надевается на нижнюю часть отвеса и крепится на нем зажимным винтом. Наружное кольцо указанного приспособления вместе с отвесом вставляется в круглое отверстие линейки штатива. Отрегулировав высоту отвеса и перемещая линейку в вырезах штатива и линейки, отвес можно установить строго над центром пункта. После установки отвеса линейка закрепляется на штативе при помощи зажимных винтов.

Для лучшей видимости отвес окрашивается чередующимися через 10—12 см черными или красными и белыми шашками. В случае надобности на верхний конец вехи надевается легкий щиток с маркой. Для обеспечения необходимой точности угловых наблюдений необходимо следить, чтобы веха не имела искривлений.

Вычислительные работы

Порядок обработки и уравнивания сети, построенной по способу засечек для маркшейдерских съемок карьера, устанавливается следующий:

1. Производится проверка полевого журнала измерения углов.
2. Вычисляются длины сторон ходовой линии по обеим передачам и определяется точность передачи длин линии (схема 1).
3. Выполняется уравнивание длин линий за условие исходных сторон (схема 2).
4. Производится вычисление и уравнивание координат пунктов ходовой линии.

5. Вычисляются координаты вспомогательных пунктов, и пунктов II порядка (схема 3).

Схема 1. Вычисление длин сторон ходовой линии

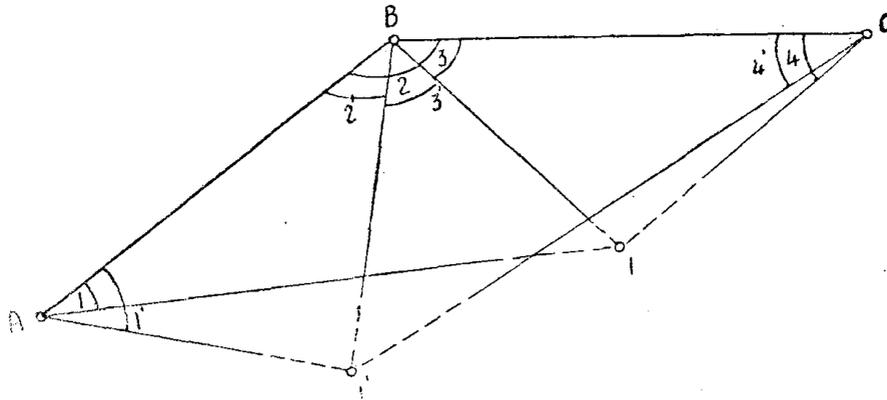


Рис. 10

Формулы вычисления

$$BC = \frac{AB \sin 1 \sin (3 + 4)}{\sin 4 \sin (1 + 2)} \quad BC = \frac{AB \sin 1' \sin (3' + 4')}{\sin 4' \sin (1' + 2')}$$

1-я передача

2-я передача

№№ углов	Углы измерения		№№ углов	Углы измерения	
AB		2, 30 382	AB		2, 30 382
1	101°42'04"	9, 99 089	1	106°05'06"	9, 98 266
(3 + 4)	141°30'56"	9, 79 400	(3' + 4')	139°43'19"	9, 81 057
4	110°07'15"	2, 08 871	4'	104°21'01"	2, 09 704
(1 + 2)	149°17'35"	9, 97 265	(1' + 2')	149°41'59"	9, 98 623
		9, 70 812			9, 70 289
BC		9, 68 077	BC		9, 68 912
		2, 40 794			2, 40 792

$$\Delta = 2_{\text{един.}} \lg 5\text{-го знака}$$

$$\lg BC = 2,40793$$

Методические указания к схеме 1

1. Вычисления длин сторон ходовой линии производятся по обеим передачам от исходной стороны AB. Получив разность логарифмов длин одной и той же стороны ходовой линии Δ и полагая, что эта величина равна ошибке логарифма стороны, умноженной на $\sqrt{2}$, т. е. $m_{\lg} \sqrt{2}$, можно подсчитать относительную ошибку передачи длины стороны по формуле:

где
$$\frac{\Delta_s}{S} = \frac{\Delta}{\mu \cdot 10^n \sqrt{2}},$$

μ — модуль десятичного логарифма, равный 0,43;

Δ — выражена в единицах n -го знака логарифма.

Пример: $\Delta = 2$ (пятого знака логарифма),

$$\frac{\Delta_s}{S} = \frac{2}{0,43 \cdot 10^5 \cdot \sqrt{2}} = \frac{1}{30.000}.$$

Необходимая точность передачи длины линии будет зависеть от требований, предъявляемых к прокладываемому ходу.

2. После определения точности передачи длины линии вычисляется длина стороны ходовой линии как среднее арифметическое из обеих передач.

В ходах повышенной точности вычисление длин линий производится шестизначными логарифмами, а определение окончательной длины производится как средне-весовое значение из 2 передач.

Для этой цели по специальной таблице выбираются значения обратного веса Q каждого треугольника, затем по каждой передаче вычисляются веса [7];

$$Q' = Q'_1 + Q'_2; \quad Q'' = Q''_1 + Q''_2;$$

для 1-й передачи $P' = \frac{100}{Q'}$;

для 2-й передачи $P'' = \frac{100}{Q''}$.

Вес обеих передач $P_m = P' + P'' = \frac{Q' + Q''}{Q' \cdot Q''}$.

Обратный вес передач $Q_m = \frac{1}{P_m} = \frac{Q' \cdot Q''}{Q' + Q''}$.

Пример:

$$Q' = Q'_1 + Q'_2 = 24 + 44 = 68; \quad Q'' = Q''_1 + Q''_2 = 23 + 36 = 59;$$

$$P' = \frac{100}{Q'} = \frac{100}{68} = 1,5; \quad P'' = \frac{100}{Q''} = \frac{100}{59} = 1,7;$$

$$P_m = P' + P'' = 3,2.$$

$$Q_m = \frac{68 \cdot 59}{68 + 59} = 31.$$

Вычисленные логарифмы стороны BC ;

из 1-передачи — 2,407944;

из 2-передачи — 2,407922.

Окончательное значение логарифма стороны BC получится как средне-весовое значение

$$\lg BC = 2,407920 + \frac{(24 \cdot 1,5) + (2 \cdot 1,7)}{1,5 + 1,7} = 2,407932$$

3. Получив длину второй по ходу стороны BC , вычисляется следующая сторона ходовой линии и т. д.

Схема 2. Уравновешивание сторон ходовой линии за условие базисов



Рис. 11.

№ пунктов	lg. lg длин сторон хода вычисленные	Q_m	δ_s	$\Sigma \delta_s$	lg. lg длин сторон хода уравненные
A . . .	2.303 820		—	—	2.303 820
B . . .	2.407 932	28	14	14	2.407 918
C . . .	2.241 168	14	7	21	2.241 147
D . . .	2.387 799	10	5	26	2.387 773
E . . .	2.361 889	10	5	31	2.361 858
F . . .					
	$\Sigma =$	62	31		

Невязка $w_s = +31$ единицы 6-го знака логарифма

$$\Sigma Q_m = 62.$$

Относительная ошибка последней стороны (до уравнивания) $\frac{\Delta_s}{S} =$

$$= \frac{31}{0,43 \cdot 10^6} = \frac{1}{14000}.$$

Методические указания к схеме 2

1. Полученные в результате вычислений логарифмы длин стороны выписываются в схему и определяется свободный член базисного условия w_s , как разность между вычисленным и известным значениями логарифма конечной стороны.

$$w_s = 2,361\ 889 - 2,361\ 858 = +31 \text{ ед., 6 знака логарифма.}$$

2. Вычисляется относительная ошибка наиболее удаленной стороны хода (до уравнивания)

$$\frac{\Delta_s}{s} = \frac{31}{0,43 \cdot 10^6} = \frac{1}{14.000}.$$

Заметим, что после уравнивания хода точность средней стороны хода увеличится примерно в два раза.

3. Полученная невязка распределяется с обратным знаком пропорционально величинам Q_m на каждую сторону хода

Для первой стороны поправка будет равной:

$$\delta_{s_1} = \frac{-w_s}{\Sigma Q_m} \cdot Q_{m_1} = \frac{-31}{62} \cdot 28 = -14;$$

для второй стороны:

$$\delta_{s_2} = \frac{-w_s}{\Sigma Q_m} \cdot Q_{m_2} = \frac{-31}{62} \cdot 14 = -7 \text{ и т. д.,}$$

затем вычисляются логарифмы уравненных сторон хода.

4. Дирекционные углы линий хода вычисляются по средним значениям углов измеренных на пунктах ходовой линии.

Допустимая угловая невязка хода определяется по формуле:

$$f_{\beta \text{ допуст.}} = \pm m'' \sqrt{n},$$

где m'' — средняя квадратическая ошибка измерения угла, принятая для данного хода:

n — число измеренных углов.

- Примечания: 1. Указанный в п. 3 порядок уравнивания длин линий хода за условия базиса выполняется только для основных ходов.
 2. Для ходов рабочего обоснования полученная невязка распределяется поровну нарастающим итогом на каждую линию.
 3. Вычисление длин сторон ходовой линии можно также производить по схеме, рекомендованной Н. А. Кузиным и Н. Н. Лебедевым [4].

Методические замечания к вычислению координат пунктов хода

1. Вычисление приращений координат производится по уравненным сторонам и уравненным дирекционным углам.

2. Невязки в приращениях координат f_x и f_y после подсчета их допустимости распределяются пропорционально длинам сторон.

Для основных ходов невязки f_x и f_y могут быть распределены пропорционально Q_m обратному весу каждой передачи, по формулам:

$$\delta_{\Delta x_i} = \frac{-f_x}{\Sigma Q_m} \cdot Q_{m_i}$$

$$\delta_{\Delta y_i} = \frac{-f_y}{\Sigma Q_m} \cdot Q_{m_i}$$

Схема 3. Вычисление координат вспомогательного пункта № 2 (рис. 12)

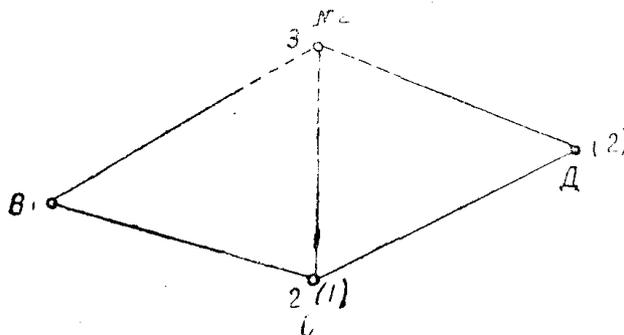


Рис. 12

Номера углов	Название пунктов	Углы 1 2	X_1 X_2 X_3 (опред.)	$\text{ctg } 2$ $\text{ctg } 1$ $\text{ctg } 1 + \text{ctg } 2$	Y_1 Y_2 Y_3
1	В	50° 05' 31"	86 763,01	0,308 696	82 410,76
2	С	72° 50' 41"	89 872,11	0,836 368	80 105,03
3	№ 2		87 020,30	1,145 064	78 011,40
(1)	С	57° 00' 05"	89 872,11	0,825 790	80 105,03
(2)	D	50° 27' 02"	90 122,96	0,649 371	75 735,31
3	№ 2		87 020,33	1,475 161	78 011,41
Окончательные значения координат пункта № 2					
			87 020,32		78 011,41

Формулы

$$X_3 = \frac{X_1 \cdot \text{ctg } 2 + X_2 \cdot \text{ctg } 1 - Y_1 + Y_2}{\text{ctg } 1 + \text{ctg } 2},$$

$$Y_3 = \frac{Y_1 \cdot \text{ctg } 2 + Y_2 \cdot \text{ctg } 1 + X_1 - X_2}{\text{ctg } 1 + \text{ctg } 2}.$$

Методические замечания к схеме 3

1. Координаты вспомогательных пунктов вычисляются по формулам котангенсов углов.
2. Углы 1 и 2, (1) и (2) берутся измеренными в сети.
3. Из всех полученных значений координат вспомогательного пункта за окончательное значение берется среднее арифметическое.

Заключение

1. Применение полигонометрических и теодолитных ходов в качестве геодезического обоснования открытых разработок сопряжено с известными трудностями, так как линейные измерения ведутся в плохих профильных условиях местности. Полевой контроль работ при проложении ходов очень слабый, а проведение полевых работ при полигонометрии возможно только днем; в зимних условиях измерение линий затруднительно. Построение обоснования триангуляцией из сплошных треугольников в условиях карьера сложно. Появляются значительные трудности при рекогносцировке пунктов, увеличивается количество пунктов, на которых ведутся угловые измерения. Координаты пунктов геодезической основы, развиваемой методами триангуляции и полигонометрии, могут быть получены только по окончании всех полевых работ.

2. Развитие геодезической основы методом засечек значительно уменьшает трудности построения геодезической сети в условиях открытых разработок. В методе засечек линейные измерения сведены до минимума, а количество пунктов наблюдений по сравнению с триангуляцией сокращается на одну треть. Точность проложенных ходов методом геодезических засечек значительно выше, чем теодолитных ходов, и соответствует точности триангуляции, постро-

енной из ряда равносторонних треугольников при одинаковой точности угловых измерений. Скорость полевых работ при способе засечек увеличивается почти в два раза, а стоимость обоснования сокращается примерно на 20—30%. Полевые работы могут производиться в течение всего года, в дневное и ночное время. Координаты опорных пунктов можно вычислять по мере продвижения ходовой линии. Метод геодезических засечек является гибким и легко приспособляющимся к любым условиям местности.

3. Метод геодезических засечек может быть с успехом использован при привязке к пунктам геодезической основы эксплуатационных сеток, разбиваемых на открытых разработках для маркшейдерских съемок. В этих целях необходимо на некоторых точках, лежащих на одной из осей сетки, установить пункты хода (рис. 1) или положение их определить как вспомогательные пункты ходовой линии (рис. 6).

4. Построение опорных сетей для маркшейдерских съемок провалов, образовавшихся в результате горно-эксплуатационных работ, следует производить методом засечек. Метод геодезических засечек позволяет построить сеть в нужном направлении, получить необходимую точность, независимо от условий рельефа.

5. Метод геодезических засечек может быть широко использован для обоснования съемок геологоразведочных выработок (шурфов, скважин, канав и т. п.). В качестве вспомогательных пунктов ходовой линии рекомендуется выбирать наиболее важные разведочные выработки (шурфы, скважины и другие объекты), положение которых необходимо получить с большей точностью.

6. При значительной длине ходовой линии, для увеличения точности ходов можно измерить контрольные базисы, причем в удобных для линейных измерений местах. Для повышения точности передачи дирекционного угла на пунктах ходовой линии следует, кроме измерения углов на вспомогательные пункты, в отдельной станции измерять углы поворота ходовой линии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дурнев А. И. Новые системы построения геодезических сетей, Геодезиздат, 1952.
2. Перегудов М. А. Маркшейдерская съемка открытых разработок, Углетехиздат, 1950.
3. Павлов В. Ф. Инструкция по привязке снимков при аэросъемке, Геодезиздат, 1941.
4. Кузин Н. А., Лебедев Н. Н. Практическое руководство по городской и инженерной полигонометрии, 1954.
5. Рудаков М. Л. Маркшейдерские работы при открытых разработках, Углетехиздат, 1950.
6. Егурнов Г. П. Открытые горные работы, Углетехиздат, 1951.
7. Постников М. В. Графоаналитический способ предвычисления точности сторон триангуляции, Известия ТПИ, том 84, 1936.