

УДК 622.1:528.489:622.251.4

С. Ф. ТРАВНИК, М. Г. ПАПАЗОВ,  
Г. И. КОЗЛОВСКИЙ, кандидаты техн. наук,  
Л. В. МОВЧАН

## МЕТОДИКА ПРОФИЛЬНОЙ СЪЕМКИ ПРОВОДНИКОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ШАХТ ТЕОДОЛИТАМИ

Профильная съемка проводников вертикальных стволов шахт выполняется в основном геометрическим методом с помощью опускаемых в ствол отвесов. Широко применяется также профилирование проводников стан-

цией СИ-1. Первый метод имеет ряд существенных недостатков и не соответствует современным требованиям. Второй метод позволяет производить съемку автоматически, без присутствия людей в стволе и поэтому заслуживает широкого распространения. Но станции СИ-1 имеются лишь в главных угольных бассейнах страны, оборудование стоит дорого, требует специализированного обслуживания, и профильные съемки могут выполняться лишь

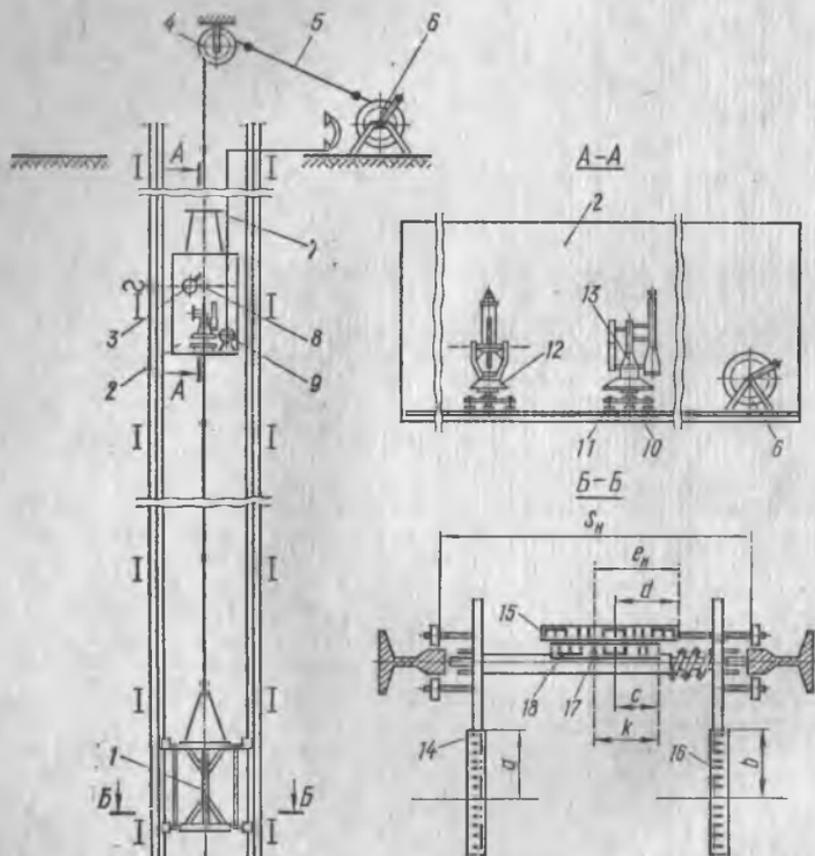


Рис. 1. Схема профильной съемки проводников теодолитами.

подрядным способом. Поэтому, наряду со станциями СИ-1, целесообразно применение другого, более простого, но достаточно точного метода съемки проводников. На кафедре маркшейдерского дела Донецкого политехнического института разработан и успешно испытан на глубоких стволах угольных шахт оптический метод профильной съемки проводников теодолитами\*.

**Полевые работы.** Съемка выполняется с помощью двух теодолитов с подставками, сигнальной рамы, специальной ручной лебедки и аппаратуры разговорной связи. В дне клетки 2 (рис. 1) вырезают два отверстия 10 размером

\* См. статью Травинца С. Ф., Козловского Г. И., Нестеренко Б. И., Ромашова А. Н., Гордиченко А. В. «Конструкция оборудования для профильной съемки проводников вертикальных стволов шахт теодолитами» в настоящем сборнике.

100 × 200 мм, располагая длинную сторону одного из них параллельно, а второго — перпендикулярно к плоскости расстрелов. Над отверстиями устанавливают на подставках 11 теодолиты 12, 13. Коллимационную плоскость и два подъемных винта теодолита 12 располагают параллельно, а теодолита 13 — перпендикулярно оси проводников.

На нулевой площадке устанавливают и надежно закрепляют ручную лебедку 6. В сопряжении копра с надшахтным зданием подвешивают отклоняющий блок 4. Перекрывают ствол лядами, пропускают трос 5 через блок и к концу его подвешивают под клетью сигнальную раму 1. Заводят ее направляющие лапы роликами на головки проводников и включают освещение отсчетных шкал. Тщательно измеряют расстояние  $S_n$  между головками проводников на уровне отсчетных шкал сигнальной рамы и берут соответствующий этому расстоянию отсчет  $e_n$  по индексу 17. Эти измерения необходимы для последующих вычислений расстояний между головками проводников на ярусах армировки.

Открывают ляды и, разматывая трос лебедки, опускают сигнальную раму на 30—40 м ниже нулевой площадки ствола. Установив в клетке лебедку 9 телефонной связи, поднимаются на 10—15 м выше нулевой отметки, где для обеспечения неподвижности прижимают клетку жакон 3 к расстрелам армировки. Приводят инструменты в рабочее состояние и приступают к ориентировке их коллимационных плоскостей по шкалам сигнальной рамы. С этой целью визируют теодолитом 12 на шкалу 14 и микрометрическим винтом поворачивают алидаду до совмещения горизонтальной нити сетки нитей с продольной осью шкалы. Аналогично ориентируют теодолит 13 по шкале 15. В процессе измерений на станции положение лимба и алидады теодолитов должно оставаться неподвижным.

В заключение подготовительных работ производят у каждого инструмента проверку перпендикулярности оси уровня на зрительной трубе к ее визирной оси. Подъемным винтом теодолита 12, расположенным перпендикулярно к коллимационной плоскости, приводят пузырек уровня на середину, визируют на шкалу 14 сигнальной рамы и берут по ней отсчет при первом положении зрительной трубы. Перекладывают горизонтальную ось вращения в лагерах колонок, вновь приводят подъемным винтом уровень и берут по той же шкале отсчет при втором положении зрительной трубы. Поводят подъемным винтом сетку нитей на средний отсчет и вертикальными исправительными винтами уровня устанавливают пузырек на середину. Таким же образом с визированием на шкалу 15 выполняется проверка рассматриваемого условия у теодолита 13.

Закончив проверку инструментов, приступают непосредственно к съемке проводников. Для этого сигнальную раму с отсчетными шкалами поднимают на уровень нулевого яруса и устанавливают в исходное положение счетчик ярусов армировки и механизм автоматической остановки ручной лебедки 6. Действуя подъемными винтами, выводят пузырьки уровней на зрительных трубах на середину, визируют теодолитом 12 последовательно на шкалы 14, 16, а теодолитом 13 — на шкалы 15, 18 и берут по сеткам нитей отсчеты  $a, b, c, d$ . Одновременно берут отсчет  $e$  по указателю ширины колеи 17. Перекладывают горизонтальные оси в лагерах колонок теодолитов, вновь приводят соответствующими подъемными винтами пузырьки уровней на середину и повторяют отсчеты при втором положении зрительных труб.

Разматывая трос ручной лебедки, опускают сигнальную раму по стволу с автоматической остановкой ее последовательно на очередных ярусах армировки для взятия отсчетов  $a, b, c, d, e$  при одном (втором) положении зрительных труб. Когда сигнальная рама опустится на 20—30 ярусов, дела-

ют последнюю остановку на первой станции инструментов и берут отсчеты по шкалам при двух положениях зрительных труб. Этот ярус является связующим между первой и второй станциями приборов.

Снимают жак 3 и при неподвижном тросе 5 опускаются в клету по стволу. Остановив клету за три яруса до сигнальной рамы, прижимают ее жаком к проводникам, приводят инструменты в рабочее положение и производят измерения, аналогичные первой станции приборов. На связующих ярусах отсчеты по шкалам сигнальной рамы берутся при двух положениях зрительных труб, на промежуточных — при одном. Так, отрезками по 80—120 м производится профилирование проводников на всю глубину ствола. Взаимная геометрическая увязка отрезков съемки обеспечивается отсчетами по шкалам на связующих ярусах армировки с двух смежных станций приборов.

В процессе профильной съемки отсчеты должны производиться при расположении отсчетных шкал сигнальной рамы против ярусов армировки. Это обеспечивается механизмом автоматической остановки ручной лебедки 6 через интервал, равный шагу армировки, и визуальным контролем из клетки. Для последнего на первых 130 м троса 5 нанесены метки 8 с интервалом, равным шагу армировки. Если во время отсчетов сигналы расположены на уровне яруса армировки, то одна из меток троса находится против расстрела, расположенного у клетки. При отклонениях более 200 мм производится корректировка настройки механизма автоматической остановки ручной лебедки.

Для согласованных действий между клетью и нулевой площадкой ствола поддерживается постоянная автономная телефонная связь. Во время спуска клетки производится свободная размотка телефонного провода 7 с лебедки 9, при подъеме — его намотка.

**Камеральная обработка.** В полевом журнале выводятся средние значения отсчетов  $a_{cp}$ ,  $b_{cp}$ ,  $c_{cp}$ ,  $d_{cp}$  на связующих ярусах из двух положений зрительных труб и среднее значение отсчета  $e_{cp}$  из двух смежных станций инструментов. Средние значения отсчетов в лобовом направлении дополнительно уравнивают по ширине колеи. Из рис. 1 следует

$$f = k + d_{cp} - c_{cp} - e_{cp} \quad (1)$$

где  $f$  — невязка;  $k$  — постоянная сигнальной рамы.

Уравненные значения лобовых отсчетов  $d_0$ ,  $c_0$  определяем из выражений:

$$\begin{aligned} d_0 &= d_{cp} - \frac{1}{2} f; \\ c_0 &= c_{cp} + \frac{1}{2} f. \end{aligned} \quad (2)$$

Дальнейшая обработка результатов измерений производится аналогично по всем четырем сигналам.

В отсчеты при втором положении зрительных труб вводят поправку за остаточную неперпендикулярность коллимационных плоскостей инструментов. Сущность этой поправки и методику дальнейших вычислений рассмотрим на примере отсчетов по одной (условной) шкале. Пусть визирная плоскость теодолита 2 (рис. 2) при первом положении зрительной трубы была направлена по линии 1, а при втором положении — по линии 3. Обозначим:  $l'_3$ ,  $l''_3$  — отсчеты по шкале сигнальной рамы на заднем связующем ярусе станции инструментов при первом и втором положениях зрительной трубы;  $l'_n$ ,  $l''_n$  — отсчеты на переднем связующем ярусе станции инструментов при пер-

вом и втором положениях зрительной трубы;  $l_3, l_n$  — средние значения отсчетов в боковом направлении или уравненное значение отсчетов в лобовом направлении на заднем и переднем связующих ярусах станции приборов.

Вероятное положение вертикальной плоскости визирования определяется линией  $l_3 - l_n$ . Тогда поправки  $\Delta_j$  в отсчеты при втором положении зрительной трубы инструмента определяются из выражения

$$\begin{aligned} \Delta_3 &= l_3 - l_3''; \quad \Delta_n = l_n - l_n''; \\ \Delta_j &= \Delta_3 + \frac{\Delta_n - \Delta_3}{n} j. \end{aligned} \quad (3)$$

где  $j$  — номер яруса армировки данной станции инструментов, считая задний связующий ярус за нулевой;  $n$  — общее количество ярусов станции приборов.

Исправленные отсчеты при втором положении зрительной трубы находят по формуле

$$l_j = l_j'' + \Delta_j. \quad (4)$$

Заметим, что вычисления по формулам (1) — (4) представляют собой простейшие арифметические действия и их целесообразно производить непосредственно в полевом журнале. Дальнейшие вычисления ведут в журнале камеральной обработки. В него выписывают исправленные по формуле (4) значения отсчетов  $l$  для всех ярусов армировки, включая передние и задние отсчеты на связующих ярусах. По ним вычисляют последовательно отклонения пролетов проводников от вертикали между смежными ярусами армировки

$$\Delta l_i = l_i - l_{i-1}, \quad (5)$$

где  $i$  — номер яруса армировки.

Общие отклонения проводника  $\Delta L$  от вертикали определяются из выражения

$$\Delta L_i = \Delta L_{i-1} + \Delta l_i. \quad (6)$$

Для контроля те же отклонения на связующих ярусах дополнительно находят по формуле

$$\Delta L_k = \sum_0^k l_n - \sum_0^k l_3, \quad (7)$$

где  $k$  — номер связующего яруса.

Ширина колеи на ярусах армировки

$$S_i = S_n - e_n + e_i, \quad (8)$$

где  $S_n, e_n$  — измеренные при навеске сигнальной рамы ширина колеи и соответствующий ей отсчет по указателю ширины колеи;  $e_i$  — отсчет по указателю ширины колеи на  $i$ -м ярусе армировки.

По значениям общих отклонений  $\Delta L$  строят в обычном порядке профили проводников в боковом и лобовом направлениях. Сопоставляя фактиче-

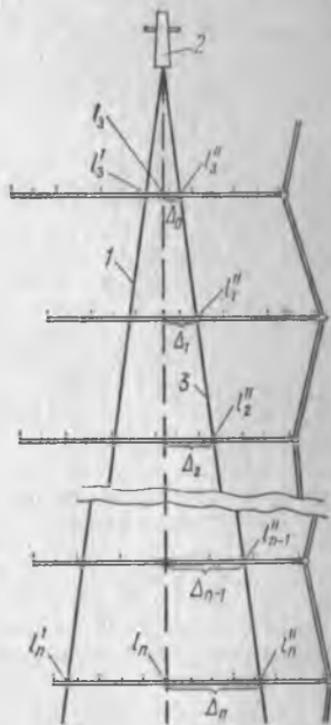


Рис. 2. К введению поправок невертикальности коллимационной плоскости теодолита.

ский профиль с нормативными допусками на отклонения, дают оценку качества профиля проводников и намечают необходимые исправления.

**Технико-экономические показатели.** Профильную съемку проводников теодолитами можно выполнять в стволах с клетевыми подъемами и поступающей свежей струей воздуха. На выполнении работ занято 7 чел.: 2 чел. находятся на нулевой площадке и обслуживают ручную лебедку и телефонную связь, а в клетки занято 5 чел. (двое у инструментов, один на записи отсчетов, один у телефона и на контроле правильности остановок сигнальной рамы на уровнях ярусов армировки и слесарь по стволу на сигналах к машинисту подъема). На подготовительные операции, монтаж и демонтаж сигнальной рамы затрачивается около 1,0—1,5 ч времени. Съемка пары проводников на участке одной станции инструментов длится 15 мин, включая затраты времени для переезда на новую станцию приборов. Общее время  $T$ , мин, профилирования пары проводников может быть найдено по формуле

$$T \approx \left( \frac{H}{6} + 60 \right), \quad (9)$$

где  $H$  — глубина ствола.

Трудоемкость камеральной обработки результатов пары проводников определяется из равенства

$$t = \frac{N}{15}, \quad (10)$$

где  $t$  — затраты времени, чел-ч;  $N$  — количество ярусов армировки.

Важным критерием оценки метода является точность определения отклонений проводников и стоимость работ. По данным наших исследований, ошибки определения общих отклонений проводников от вертикали находятся в пределах 1 : 30 000 — 1 : 60 000 глубины. Средняя квадратическая ошибка определения отклонения пролетов проводников от вертикали между смежными ярусами армировки равна 2,2—2,7 мм. Стоимость профильной съемки двух отделений ствола глубиной 500—700 м составляет около 350 руб.

По сравнению с геометрическим методом профильная съемка проводников теодолитами имеет следующие основные преимущества: в 2—3 раза выше производительность, более безопасны условия работ, обеспечивается более высокая точность определения отклонений пролетов проводников между смежными ярусами армировки, не требуется остановка вентиляции для центрирования отвесов.

По сравнению со станцией СИ-1 профильная съемка проводников теодолитами отличается простотой конструкции оборудования и методики работ, меньшей стоимостью, более высокой точностью определения общих отклонений проводников. Вместе с тем она не является автоматической, не может применяться на стволах с исходящей струей воздуха и, следовательно, не претендует на замену станции СИ-1. Тем не менее, при заводском изготовлении оборудования профильная съемка проводников теодолитами может найти широкое применение в горнодобывающей промышленности. Каждое предприятие могло бы приобретать оборудование, что позволило бы производить профилирование проводников в удобное время. Возможно также изготовление необходимого оборудования в механических мастерских производственных объединений.

Поступила в редколлегию 12. 02. 1976 г.