

Таблица. Выбор оптимального плана сетки-эталона для самокалибровки сканеров

СКО калибровки, пиксель			Средние квадратические отклонения координат вершин сетки, пиксель					
			с ошибками калибровки общие/нелинейные			без ошибок калибровки		
$m_x$	$m_y$	$M$	$m_x$	$m_y$	$M$	$m_x$	$m_y$	$M$
Сплошная сетка с шагом 5 мм (1768 вершин)								
0,07	0,07	0,10	$\frac{0,74}{1,73}$	$\frac{1,02}{9,19}$	$\frac{1,26}{9,35}$	0,73 $\pm 0,01$	1,02 $\pm 0,02$	1,25 $\pm 0,02$
По два ряда крестов с шагом 5 мм по периметру сканера (328 вершин)								
0,13	0,13	0,19	$\frac{0,64}{3,79}$	$\frac{0,91}{5,28}$	$\frac{1,11}{6,50}$	0,63 $\pm 0,09$	0,90 $\pm 0,12$	1,09 $\pm 0,15$
Один ряд крестов с шагом 5 мм по периметру сканера (162 вершины)								
0,18	0,18	0,26	$\frac{0,63}{1,73}$	$\frac{0,93}{9,19}$	$\frac{1,12}{9,35}$	0,60 $\pm 0,12$	0,91 $\pm 0,15$	0,99 $\pm 0,17$
Один ряд крестов с шагом 10 мм по периметру сканера (84 вершины)								
0,26	0,26	0,36	$\frac{0,62}{4,76}$	$\frac{0,97}{4,93}$	$\frac{1,15}{6,85}$	0,56 $\pm 0,14$	0,93 $\pm 0,24$	1,09 $\pm 0,28$
Один ряд крестов с шагом 20 мм по периметру сканера (48 вершин)								
0,37	0,37	0,52	$\frac{0,62}{12,9}$	$\frac{0,98}{37,7}$	$\frac{1,15}{39,8}$	0,50 $\pm 0,08$	0,91 $\pm 0,34$	1,01 $\pm 0,38$

Использование технологии сканирования карт, планов и ортофотопланов в режиме самокалибровки, позволяет использовать для этих целей недорогие планшетные полиграфические сканеры с потерями в точности, не превышающими точности самого картографического материала; приводит к значительному удешевлению этих работ и делает их доступными широкому кругу пользователей.

#### Библиографический список

1. Гермонова Е.А. Калибровка планшетных сканеров // Придніпровський науковий вісник. Днепропетровск, 1998. — №118–119 (185–186). — С.38–41.
2. Гермонова К.О. Технологія одержання растрових карт і планів // Вісник геодезії та картографії. — 1999. — №1(12). — С.45–48.
3. Гермонова Е.А. Автоматизация процесса калибровки сканера / Наукові праці ДонДТУ. Серія 23: гірнична геологія. — Донецьк: ДонДТУ, 2000. — №2. — С.91–94.

© Гермонова Е.А., 2001

УДК 622.1:528.02: 69.057.1

ХАЛИМЕНДИК Ю. М., ТРЕТЬЯК А. В., (НГА Украины)

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНАЦИИ ЗАСЕЧЕК ПРИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

Выполнен анализ проблемы повышения точности маркшейдерских работ при выполнении маркшейдерского обслуживания вентиляторов главного проветривания, копровых зданий шахт Западного Донбасса. Предложен новый для горнодобывающих предприятий метод маркшейдерских работ при высокоточном монтаже от-

ветственных узлов крупногабаритного оборудования и других высокоточных работах. Описана принципиальная схема решения задачи определения плановых координат недоступной точки при исключении источников наибольших погрешностей измерений.

В практике ведения маркшейдерских работ при строительстве шахт задачи повышения точности разбивочных работ могут возникнуть, например, при восстановлении осевых пунктов, при проверке положения соосности валов вентиляторных установок [2]. «Инструкцией ...» [1] не предусмотрена методика и точность ведения этих работ. Задача восстановления осевых пунктов на шахте «Днепровская» ГХК «Павлоградуголь» возникла при монтаже копра главного ствола [3], а уточнение взаимного положения осей валов вентилятора главного проветривания вызвано увеличением аварийности [2].

Использование комбинации засечек основано на уменьшении ошибок при линейных измерениях и при центрировании сигналов и на исключении ошибок, возникающих при центрировании теодолита. Схема (рис.1) основана на использовании трех (или более) точек с известными координатами (А, В, С).

В точках I и II (в удобных для выполнения работы местах), не применяя центрирования, устанавливаются теодолиты и выполняются наблюдения способом круговых приемов. При этом одновременно используются обратная засечка для определения координат точек стояния теодолитов и прямая засечка для определения координат точки М (рис.1). После выполнения измерений, используя способ Кнейсса для обратной геодезической засечки [6] по формулам (1–4) вычисляются координаты точек стояния I и II, и далее по формулам прямой геодезической засечки (5) вычисляются координаты искомой точки М.

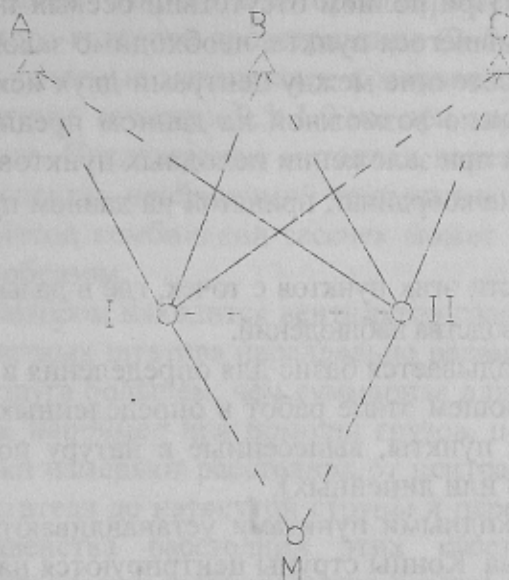


Рис. 1. Схема применения комбинации засечек

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= (x_B - x_A) \cdot \operatorname{ctg} \beta_{B-I-A} + (y_B - y_A) \\ K_2 &= (y_B - y_A) \cdot \operatorname{ctg} \beta_{B-I-A} - (x_B - x_A) \\ K_3 &= (x_C - x_A) \cdot \operatorname{ctg} \beta_{C-I-A} + (y_C - y_A) \\ K_4 &= (y_C - y_A) \cdot \operatorname{ctg} \beta_{C-I-A} - (x_C - x_A) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$C = \operatorname{ctg} \alpha_{A-I} \cdot \left. \frac{K_1 - K_3}{K_2 - K_4} \right\}, \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta y_{A-I} &= \frac{K_1 - C \cdot K_2}{1 + C^2} = \frac{K_3 - C \cdot K_4}{1 + C^2} \\ \Delta x_{A-I} &= C \cdot \Delta y_{A-I} \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} X_I &= x_A + \Delta x_{A-I} \\ Y_I &= y_A + \Delta y_{A-I} \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

где  $K_1, K_2, K_3, K_4, C$  — переходные коэффициенты;  $x_A, x_B, x_C, y_A, y_B, y_C$  — координаты отвесов на исходном створе;  $X_I, Y_I$  — координаты точки стояния теодолита.

$$\left. \begin{aligned} x_M &= \frac{x_{II} \cdot \operatorname{ctg} \beta_{II-I-M} + x_I \cdot \operatorname{ctg} \beta_{I-II-M} - y_{II} + y_I}{\operatorname{ctg} \beta_{II-I-M} + \operatorname{ctg} \beta_{I-II-M}} \\ y_M &= \frac{y_I \cdot \operatorname{ctg} \beta_{I-II-M} + y_{II} \cdot \operatorname{ctg} \beta_{II-I-M} + x_I - x_{II}}{\operatorname{ctg} \beta_{I-II-M} + \operatorname{ctg} \beta_{II-I-M}} \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

Для решения инженерной задачи восстановления и реконструкции осевых пунктов шахтных стволов и различных промышленных сооружений в сложных условиях плотной застройки территории предприятия предлагается применение следующей методики геодезических и маркшейдерских работ.

Выбирается два сохранившихся осевых пункта, которые будут служить исходной осью сооружения. При полном отсутствии осевых пунктов, либо при наличии только одного сохранившегося пункта, необходимо заложить на расстоянии 50–100 метров два пункта. Расстояние между центрами двух исходных пунктов должно быть измерено с максимально возможной на данном предприятии точностью. Дополнительными условиями при заложении исходных пунктов являются:

— их привязка к системе координат, принятой на данном предприятии (при необходимости);

— обеспечение видимости этих пунктов с точек, где в дальнейшем будут устанавливаться теодолиты для производства наблюдений.

Таким образом закладывается базис для определения в дальнейшем координат осевых пунктов. На следующем этапе работ в определенных ранее местах закладываются временные осевые пункты, вынесенные в натуру полярным способом, или способом засечек (угловых или линейных).

После этого над исходными пунктами устанавливаются штативы, между которыми натягивается струна. Концы струны центрируются над пунктами. На натянутую струну вешается 3–4 отвеса. Теодолиты устанавливаются с таким расчетом, чтобы обеспечивалась видимость на все отвесы, находящиеся на исходной стороне (на струне). Теодолиты не центрируются, способом круговых приемов производятся наблюдения. Количество станций, на которых производятся наблюдения, должно быть не менее 2-х для каждого из осевых пунктов.

Такая методика геодезических и маркшейдерских наблюдений позволяет одновременно осуществить определение координат точек стояния способом обратной засечки и передать координаты на временные осевые пункты способом прямой засечки. После выполнения расчетов и определения координат временных осевых

пунктов рассчитывается величина и определяется вектор отклонения положения временного осевого пункта от требуемого теоретического расположения оси (величины редуцирования). Учитывая полученные из расчетов данные, исправляются положения временных осевых пунктов и повторяются полевые измерения и вычисления координат осевых пунктов. При положительных результатах осевые пункты закрепляются.

Предложенная методика определения координат центров пунктов позволяет достигнуть высокой точности благодаря исключению погрешностей центрирования теодолита, минимальной погрешности за счет центрирования сигналов, сведению к минимуму влияния ошибок за счет линейных измерений. Предварительный расчет точности определения координат осевых пунктов показывает, что при применении теодолитов типа Т2 можно достигнуть точности 0,5 мм относительно координат исходных пунктов. Эта методика производства геодезических и маркшейдерских измерений может также применяться при монтаже крупногабаритного оборудования внутри промышленных зданий в том случае, если потребуются высокая точность его установки в плане и способы монтажа и наладки, применяемые механической службой, не удовлетворяют предъявляемые требования. Примером может служить монтаж вентилятора главного проветривания на шахте или машины дымососа на металлургическом предприятии.

Применяемая в настоящее время методика ведения маркшейдерских работ при монтаже и обслуживании машины вентилятора главного проветривания не позволяет с достаточной точностью в плане установить оси вращения главного вала и валов электродвигателя и синхронизатора в строго соосном положении. Это приводит к преждевременному износу и выходу из строя соединительных зубчатых муфт и опорных шарикоподшипников. Исходя из требований «Руководства...» [5], видно, что максимально возможная точность, с которой маркшейдер может обеспечить установку валов вентилятора главного проветривания (2–5 мм), низка. Чтобы обеспечить требования, предъявляемые механиками к маркшейдерской службе, маркшейдеру необходимо достигнуть точности 0,5–1,0 мм при определении планового положения оси вращения вала. Предлагаемые методики ведения маркшейдерских работ [4] также не могут обеспечить необходимой точности вследствие накопления ошибок при измерениях. Метод комбинации засечек может привести к необходимому результату следующим образом.

На полу зала, в котором находится вентилятор главного проветривания, устанавливается два теодолитных штатива параллельно валам вентиляторной установки на расстоянии друг от друга большем, чем суммарная длина валов. Между штативами натягивается струна, например при помощи грузов, подвешенных под штативами. При помощи рулетки измеряют расстояния от центра вала синхронизатора и от центра вала электродвигателя до натянутой струны и перестановкой одного из штативов добиваются равенства расстояний этих расстояний с точностью 10 мм. Расстояние между штативами разбивается на равные интервалы и на натянутой струне вешаются отвесы с коротким шнуром. Расстояния между отвесами измеряются рулеткой. На обоих концах каждого вала машины вешается связка из двух равно- великих отвесов (рис.2).

В местах, с которых видны все отвесы, находящиеся на створной струне и максимальное количество отвесов, находящихся на валах машины, устанавливаются штатив или консоль, на которые ставится без центрирования высокоточный теодолит и производятся угловые измерения между створными отвесами и отвесами на

валу. Повторяются измерения таким образом, чтобы координаты отвесов на валу определялись не менее чем 2-мя прямыми засечками.

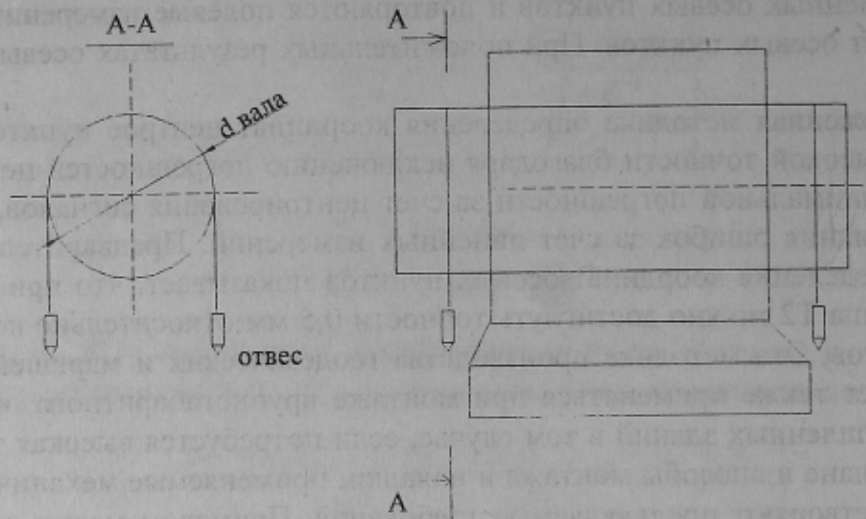


Рис. 2. Расположение отвесов на валу

По результатам измерений вычисляются горизонтальные углы и, используя известные формулы [6] для обратной засечки (1–4) и формулы Юнга для прямой засечки (5), вычисляются координаты отвесов на валу.

Учитывая, что координаты середины между парой отвесов на валу в плане будут соответствовать местоположению оси вращения вала, вычисляются плановые координаты двух точек осей каждого вала. По координатам осей валов определяются величины отклонений концов валов электродвигателя и синхронизатора от направления оси главного вала и на основании полученных значений маркшейдером выдаются рекомендации службе механика об изменении положения электродвигателя и синхронизатора.

Таким образом, использование комбинации прямых и обратных геодезических засечек в комплексе с использованием высокоточных теодолитов позволяет повысить точность производства маркшейдерских и геодезических работ и приводит к увеличению возможностей этих служб, что влечет за собой расширение области применения геодезии и маркшейдерии в промышленном производстве.

### Библиографический список

1. Инструкция по производству маркшейдерских работ / Министерство угольной промышленности СССР.ВНИМИ. — М.: Недра, 1987. — 240 с.
2. Е.Д. Жариков, Е.И.Рыхлюк,В.Б. Лебедев и др. Новые технологии ведения маркшейдерских работ. — М.: Недра, 1992. — 302 с.
3. Головчанский И.Е., Халимендик Ю.М., Орленко А.А. Восстановление осевых пунктов шахтных стволов / Шахтное строительство. — 1982. — №6. — С.10–11.
4. Беженцев В. И., Озеров И. Ф. Методика маркшейдерского контроля вентиляторных установок./ Уголь Украины, 1998. — №2. — С. 51–52.
5. Руководство по ревизии и наладке главных вентиляторных установок шахт. — М.: Недра, 1981.
6. Поклад Г. Г. Геодезия. — М.: Недра, 1988. — 304 с.

© Халимендик Ю. М., Третьяк А. В., 2001