

А. М. БЕЛАН

ЮСТИРОВКА ЗЕРКАЛ В СТЕРЕОПЛАНИГРАФЕ ЦЕЙССА

В стереопланиграфах Цейсса модели 1955 г. измерительная марка должна оптически совмещаться с точкой пересечения осей кардана, вокруг которой вращается зеркало. Совмещение осуществляется с помощью установочных винтов левой и правой марок по крестам, нанесенным на поверхности зеркал. Размеры крестиков и марок примерно совпадают. Так как увеличение оптической системы от окуляра до марки составляет всего 4×2 , то центрирование выполняется при наблюдении через юстировочные насадочные окуляры, доводящие общее увеличение до $17 \times$.

Если оси кардана пересекаются, а точка их пересечения лежит в плоскости зеркала и совпадает с юстировочным крестиком, то при вращении зеркала крест остается неподвижным. В противном случае он будет перемещаться по полю марки. Результаты измерений при этом искажаются.

Пересечение осей карданов гарантируется заводом-изготовителем [1]. Совмещение точки пересечения с плоскостью зеркала и крестиком может быть выполнено по методике, приведенной у Н. Ф. Елизарова [2] и А. С. Скиридова [3]. Так как упомянутые труды содержат лишь общие сведения о процессах, происходящих при данной юстировке, то практическое ее осуществление остается довольно сложным и трудоемким.

Рассмотрим различные случаи взаимного положения зеркала и осей кардана более подробно. Это позволит разработать приемы юстировки и быстро завершить все наиболее трудные операции.

1. Подготовительные работы. Для удобства прозрачный предохранительный колпак с зеркала должен быть снят. Приводы вращения отключаются, после чего весь механизм под собственным весом занимает положение, при котором зеркальная поверхность горизонтальна. Микроскоп, устанавливаемый над ней, должен иметь увеличение не менее $17 \times$, чтобы центрирование юстировочного креста на оси кардана было равноточным последующему центрированию марок на юстировочный крест. Микроскоп должен иметь сетку нитей.

Установка микроскопа осуществляется с помощью держателя пробирок, имеющегося в любой химической лаборатории. Вертикальная стойка держателя осторожно зажимается между корпусом объектива с марками и проектирующей камерой. Для амортизации на верхний торец стойки предварительно подкладывается войлок или резина.

Отыскивание юстировочного крестика на поверхности зеркала и введение его в поле зрения микроскопа является довольно трудной операцией. Поиски упрощаются, если на зеркало положить бумажную маску, вырезанную по размерам зеркала с отверстием диаметром 2—4 мм в центре симметрии. Прицеливание микроскопа и его приближенная фокусировка производятся по отверстию в маске. Юстировочный крестик на зеркале сразу оказывается в поле зрения и в дальнейшем легко наблюдается. Его подсветка осуществляется с помощью фонарика, входящего в комплект прибора. Незначительными толчками микроскоп

в держателе или вместе с ним поворачивается так, чтобы юстировочный крестик расположился вблизи делений сетки нитей.

Освобожденное от приводов зеркало легко поворачивается от руки вокруг обеих осей кардана. Наблюдаемые при этом перемещения крестика относительно сетки нитей свидетельствуют о необходимости юстировки. Тут нужно знать конкретно, каким из исправительных винтов действовать и как действовать.

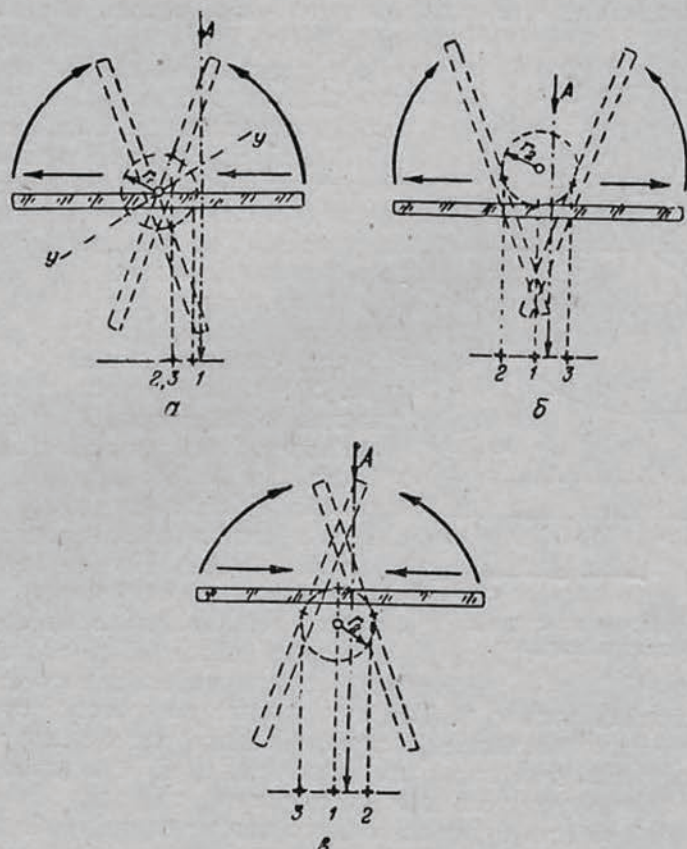


Рис. 1. Расположение точки пересечения оси кардана относительно плоскости зеркала.

2. Определение направлений корректур. Предположим, что точка пересечения осей кардана лежит в плоскости зеркала, но юстировочный крестик смещен относительно оси $Y-Y$ вправо (рис. 1, а). Тогда при отклонении зеркала от горизонтального положения путем его вращения вокруг этой оси в любую сторону проекция крестика 1 каждый раз будет смещаться влево. Наоборот, если крестик смещен влево, то его проекция независимо от направления поворота будет смещаться вправо. Точно так же и в отношении оси $X-X$. Чтобы вывести крестик на данную ось, его следует переместить вместе с зеркалом в ту сторону, куда он стремится.

Если точка пересечения осей кардана лежит над плоскостью зеркала, то его наклон по часовой стрелке влечет за собой смещение проекции крестика влево и наоборот (рис. 1, б). При расположении центра кардана под плоскостью зеркала картина будет обратной (рис. 1, в). В обоих случаях симметричные отклонения зеркала вызывают симметричные смещения проекции крестика в направлении от той точки, куда его надо смещать юстировочными винтами. Примечательно, что выполнение этой

юстировки требует вращения зеркала только вокруг одной из осей. Контрольные наклоны вокруг второй оси дают возможность проверить условие пересечения осей кардана.

Во всех случаях направления как смещений, так и корректур определяются только через микроскоп (при наблюдении по стрелке А). В связи с этим наблюдатель даже и не догадывается о том, что видимые направления смещений и корректур будут противоположны действительным из-за того, что изображение в микроскопе переворачивается на 180° . Этому факту и не следует придавать значения, так как он автоматически учитывается при ввинчивании или вывинчивании юстировочных винтов.

3. Определение величин корректур. Наблюдая за перемещениями крестика, можно определить не только направление, но и величину необходимого смещения зеркала.

Пусть нужно определить, насколько надо перемещать крестик в плоскости зеркала, чтобы он попал в центр кардана (рис. 2). Наблюдая крестик, не совпадающий с центром O в положении 1 (зеркало горизонтально), а затем в положениях 2 и 3 (зеркало наклонено), мы согласно описанному выше с помощью винтов обязаны переместить зеркало влево на величину Δ . Но чем больше угол α , тем крестик в микроскоп виден хуже. Предельный угол наклона зеркала к горизонту не может быть равным 90° , поэтому вместо необходимого Δ мы всегда

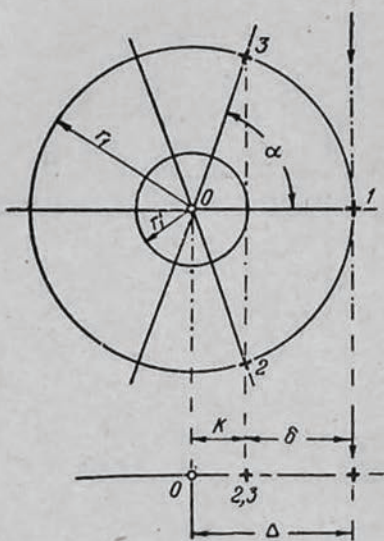


Рис. 2. Расположение крестика относительно центра кардана.

будем наблюдать только δ . Так как именно на участке от 45° до 90° проекция крестика наиболее быстро приближается к центру O , отрезок K всегда остается для нас очень важным, хотя и неизвестным. Если произвести корректуру только на величину δ , то радиус r_1 уменьшится до величины r'_1 , то есть будет выполнено лишь первое приближение. Для осуществления этой части юстировки в один прием надо знать соотношение K и δ . Перекорректировав крестик на величину K , мы смогли бы сразу процентрировать его на ось кардана. Согласно рис. 2,

$$K = \Delta \cdot \cos \alpha,$$

$$\Delta = K + \delta.$$

Следовательно,

$$K = \frac{\cos \alpha}{1 - \cos \alpha} \cdot \delta.$$

Зафиксировав величину δ при $\alpha = 70^\circ$, по делениям в поле зрения микроскопа легко приметить точку, в которую надо переместить крестик, ибо в этом случае

$$K \approx 0,5 \delta.$$

Юстировка выполняется при любом наклоне зеркала. Его горизонтальное положение является лишь исходным для определения направлений и величин корректур.

Вместе с тем следует заметить, что при обработке центральной части снимка плоскость зеркала располагается под углом 45° к горизонту, повернувшись вокруг оси $Y-Y$ кардана, которая в этот момент

остаётся горизонтальной. Перемещаясь только в направлении $X-X$ и рассматривая крайние точки снимка, мы отклоняем зеркало в пределах от $45^\circ + \frac{\beta}{2}$ до $45^\circ - \frac{\beta}{2}$. Принимая во внимание, что для широкоугольных камер ($f_k=100$ мм) с размером кадра 18×18 см $\beta=42^\circ$, а для нормальноугольных ($f_k=200$ мм) $\beta=24^\circ$, получаем, что при обработке широкоугольных снимков зеркало работает на углах к горизонту в пределах $24-66^\circ$, а при обработке нормально-угольных — в пределах $33-57^\circ$. Относительно оси $X-X$ зеркало поворачивается ещё в меньших пределах. В обоих случаях определение и ввод корректуры, исходя из $\alpha=70^\circ$, вполне надежны. При подготовке прибора к обработке широкоугольных снимков совмещение крестика с центром кардана, лежащим в плоскости зеркала, следует выполнять более тщательно, особое внимание обращая на юстировку относительно оси $Y-Y$.

Если точка пересечения осей кардана не лежит в плоскости зеркала, то максимальные перемещения крестика будут наблюдаться при углах α , близких к нулю (рис. 1, б, в). Поэтому для совмещения центра кардана с плоскостью зеркала никаких перекорректур не требуется. Обнаружив симметричные отклонения, юстировку лучше выполнять при α -тах, перемещая крестик в точку, которую он занимает, когда зеркало горизонтально.

В случае, если зеркало приходится перемещать как в своей плоскости, так и в направлении, перпендикулярном ей, последовательность действий должна быть следующей.

1. Покачивая зеркало в небольших пределах относительно его горизонтального положения, убеждаются в несовпадении данной оси кардана и плоскости зеркала.

2. Оставив зеркало в горизонтальном положении, визируют одним из делений микроскопа точно на крестик.

3. Наклоняя зеркало на одинаковые максимально возможные углы в обе стороны, замечают, при котором из наклонов отклонение будет меньшим.

4. Наклонив в эту сторону зеркало, совмещают его рабочую плоскость с осью кардана.

5. Наклоняют зеркало в другую сторону, определяют и выполняют перекорректуру, центрируя крестик на данную ось.

6. Повторяют все действия, вращая зеркало относительно другой оси кардана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елизаров Н. Ф. Пособие по работе на стереопланиграфе. М., Геодезиздат, 1956.
2. Скиридов А. С. Стереофотограмметрия. М., Геодезиздат, 1959.
3. VEB Carl Zeiss Jena. Nachrichten. Sonderband II. 1959.

Работа поступила 7 мая 1973 года. Рекомендована отделом инженерных изысканий Донецкого государственного института по проектированию шахт «Донгипрошахт».