

В. И. КУЗЬМИН, Т. А. НАЛИВАЙКО

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕКОСА МОСТА И ХОДОВЫХ КОЛЕС ПОДЪЕМНОГО КРАНА ЛАЗЕРНО-ЗЕРКАЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ ЛУЧА

В работах [2, 3] описаны устройства и методика измерений при геодезическом контроле углов перекоса моста и ходовых колес подъемных кранов. Методика основана на том, что измерения выполняются с помощью базового луча, параллельного оси рельса. Однако в производственных условиях далеко не

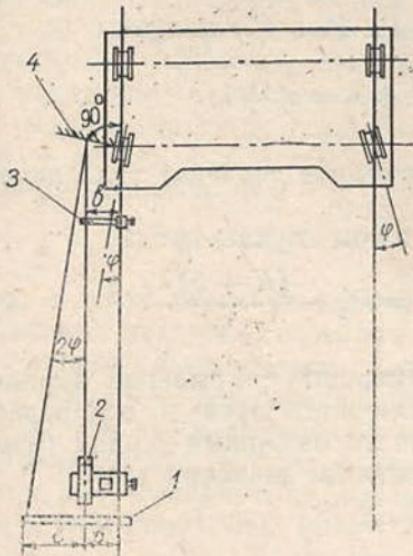


Рис. 1. Схема определения углов перекоса ходовых колес лазерно-зеркальными устройствами.

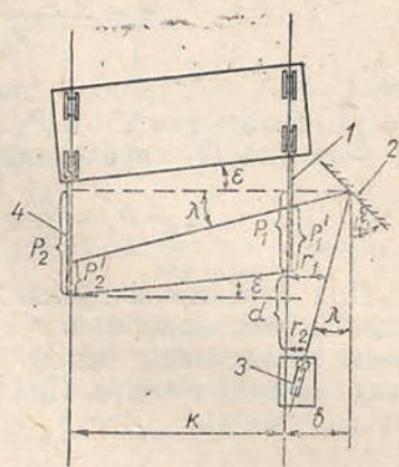


Рис. 2. Схема определения угла перекоса моста крана лазерно-зеркальными устройствами при произвольном направлении луча.

всегда лазерный луч можно направлять параллельно рельсу. В тех случаях, когда расстояние между плоскостью ходового колеса и колоннами, поддерживающими подкрановые пути, не превышает 15...20 см, отраженный от зеркала 4 луч не проходит через узкую щель между колонной и колесом и не попадает на шкалу 1, расположенную над лазерным прибором 2 (рис. 1).

В связи с этим мы предложили успешно применяемую на заводах Харькова методику определения перекоса мостов и ходовых колес подъемных кранов лазерно-зеркальными устройст-

вами при произвольном направлении луча относительно рельса. Сущность методики состоит в следующем. На рис. 2 показан подъемный кран, имеющий угол перекоса ε . Измерение угла ε выполняется с помощью лазерного прибора 3, зеркала 2 и линеек 1, торцы которых упираются в поверхности качения передних ходовых колес крана на уровне их горизонтальных диаметров. Лазерный луч направлен на зеркало 2 под произвольным углом λ .

На шкалах линеек 4 с помощью лазерного луча получают отсчеты P_1' и P_2' . Из рис. 2 видно, что

$$\varepsilon = \frac{(P_1 - P_2) \rho}{K}, \quad (1)$$

где $P_1 = P_1' + \frac{b\lambda}{\rho}$; $P_2 = P_2' + \frac{(K+b)\lambda}{\rho}$; $\rho = 3438'$.

После подстановки значений P_1 , P_2 в (1) получим

$$\varepsilon = \frac{(P_1' - P_2') \rho}{K} + \lambda = \varepsilon' + \lambda, \quad (2)$$

где $\varepsilon' = (P_1' - P_2') \rho / K$ — приближенное значение угла перекоса моста по отсчетам P_1' и P_2' .

Формула (2) справедлива и в том случае, когда

$$P_1 = P_1' - \frac{b\lambda}{\rho}, \quad P_2 = P_2' - \frac{(K+b)\lambda}{\rho}.$$

Для определения угла λ измеряют с помощью экрана со шкалой расстояния r_1 и r_2 от лазерного луча до оси рельса, а также расстояние d между двумя положениями экрана (рис. 2). Тогда $\lambda = (r_1 - r_2)/d$. При небольшом значении угла

$$\lambda = (r_1 - r_2) \rho / d. \quad (3)$$

Из рис. 2 видно, что если мост крана повернут против часовой стрелки, то $P_2 > P_1$, т. е. $P_2' + \frac{(K+b)\lambda}{\rho} > P_1' + \frac{b\lambda}{\rho}$,

или

$$(P_1' - P_2') < \frac{K\lambda}{\rho}. \quad (4)$$

При повороте моста по часовой стрелке $P_2 < P_1$, откуда следует

$$P_2' - \frac{(K+b)\lambda}{\rho} < P_1' + \frac{b\lambda}{\rho} \text{ или } (P_1' - P_2') > \frac{K\lambda}{\rho}. \quad (5)$$

Таким образом, (4) и (5) можно использовать как критерии для определения направления перекоса моста крана. Из (1) следует также, что при повороте моста по часовой стрелке $\varepsilon > 0$ и при повороте против часовой стрелки $\varepsilon < 0$.

Одновременно из (3) и рис. 2 видно, что если $r_1 > r_2$, то $\lambda > 0$ и луч повернут по часовой стрелке. При $r_1 < r_2$ $\lambda < 0$ и луч повернут против часовой стрелки.

Из (2) следует, что истинное значение угла перекоса следует вычислять с учетом знаков ε' и λ . Если $\varepsilon > 0$, то мост повернут по часовой стрелке, при $\varepsilon < 0$ — в обратном направлении.

Определение углов перекоса ходовых колес крана с помощью произвольно направленного луча показано на рис. 3. На колесо 1 укрепляют зеркало 2 так, что его плоскость параллельна оси колеса. Горизонтальный луч лазера направляют на зеркало под произвольным углом λ относительно рельса. Отраженный от зеркала луч попадает на шкалу 3, где по отсчету n определяют отрезок шкалы l . Приближенное значение угла перекоса φ' определяют из треугольника OAn : $\operatorname{tg} 2\varphi' = l/L$, где L — расстояние от шкалы до зеркала. При малом значении угла $\varphi' = \rho l/2L$, где ρ — радиан в минутах.

Из рис. 3 видно, что

$$\varphi = \lambda - \varphi', \quad (6)$$

где φ — угол перекоса колеса, который можно получить, если луч направить параллельно рельсу. Схема на рис. 3 соответствует случаю, когда луч лазера и колесо повернуты против часовой стрелки. Формула (6) справедлива и для случая, когда луч и колесо повернуты в разные стороны (например, луч повернут по часовой, а колесо против часовой стрелки или наоборот)

$$\varphi = \varphi' - \lambda. \quad (7)$$

Знак угла φ' соответствует знаку отсчета n на шкале.

Как показано в [2], при определении и устраниении углов перекоса колес крана необходимо учитывать угол перекоса моста ε , поскольку он входит в результаты измерений как систематическая погрешность. Если колесо и мост крана перекошены в одном и том же направлении, то истинный угол перекоса $\varphi_{\text{ист}} = \varphi - \varepsilon$, в противоположном случае $\varphi_{\text{ист}} = \varphi + \varepsilon$. Следовательно, для определения истинного угла перекоса колеса необходимо вначале определить угол φ по формулам (6), (7), а затем $\varphi_{\text{ист}} = \varphi \pm \varepsilon$.

Изложенная методика расширяет возможности лазерно-зеркальных устройств при контроле и управлении ходовых колес мостовых кранов. Погрешность определения и устранения угла $\varphi_{\text{ист}}$ по изложенной методике можно оценить следующим образом.

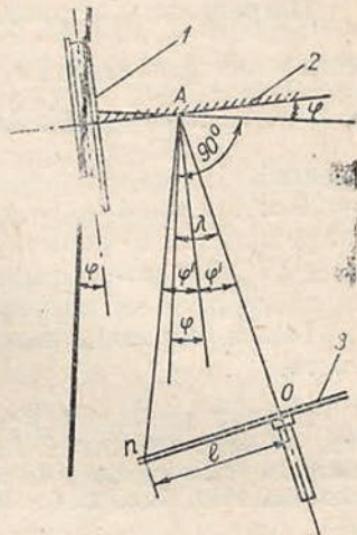


Рис. 3. Схема к определению угла φ .

Так как $\varphi_{\text{ист}} = \varphi \pm \varepsilon$, то $m_{\varphi_{\text{ист}}} = \pm \sqrt{m_{\varphi}^2 + m_{\varepsilon}^2}$. Вместе с тем из

(2) следует $m_{\varepsilon} = \pm \sqrt{m_{\varepsilon'}^2 + m_{\lambda}^2}$ и из (6), (7) $m_{\varphi} = \pm \sqrt{m_{\varphi'}^2 + m_{\lambda}^2}$.

Погрешность m_{φ} , можно оценить по формуле $m_{\varphi'} = \pm \frac{\rho m_l}{2L}$, где m_l — погрешность отсчета l на шкале 3 (см. рис. 3). При $m_l = \pm 2$ мм и $L = 8$ м получим $m_{\varphi} = \pm 0,4'$.

Погрешность λ равна $m_{\lambda} = \pm \frac{\rho m_r}{d} \sqrt{2}$, где m_r — погрешность измерения расстояний r_1 и r_2 . Если положить $m_r = \pm 2$ мм и $d = 5$ м, то $m_{\lambda} = \pm 1,9'$. Аналогично $m_{\varepsilon'} = \pm \frac{\rho m_p}{K} \sqrt{2}$, где m_p — погрешность измерения расстояний P_1' , P_2' . При $m_p = \pm 2$ мм, $K = 20$ м получим $m_{\varepsilon'} = \pm 0,2$. Подставляя значения вычисленных погрешностей в формулу погрешности $m_{\varphi_{\text{ист}}}$, получим $m_{\varphi_{\text{ист}}} = \pm 2,7'$. В соответствии с ГОСТ [1] допустимый угол перекоса ходовых колес подъемных кранов равен $7'$.

Таким образом, методика обеспечивает необходимую точность.

1. ГОСТ 24378—80Е. Краны мостовые электрические. Технические условия. — Введ. 01.01.79. 2. Кузьмин В. И., Наливайко Т. А. Геодезический контроль углов перекоса ходовых колес мостовых подъемных кранов // Инж. геодезия, 1989. Вып. 33. С. 58—62.

Статья поступила в редакцию 26.03.90