

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ РУЛЕТОК “DISTO” ПІД ЧАС ВИМІРЮВАННЯ ШИРИНИ ПІДКРАНОВИХ КОЛІЙ

Д. Бачевський, К. Бурак, М. Гринішак, В. Михайлишин
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Ключові слова: підкранові колії, електронні рулетки.

Постановка задачі

Чинні нормативні документи [1] планове положення підкранової колії під час експлуатації регламентують умовою:

“...звуження або розширення рейкової колії (відхилення рейок від проектного положення) РЗ, мм...” не повинно перевищувати, наприклад, для мостових кранів – 15 мм, за умови, що точки заміру розміщені не рідше ніж через п’ять метрів.

Випадок паралельного зміщення рейок А і В не розглядається взагалі. Хоча автори і не в усьому згодні з положеннями, які викладені в [1], що докладніше описано в роботі одного з авторів [2], проте, безумовно, дотримуються цих рекомендацій в практичній роботі. Тому, з урахуванням вимог Правил [1] і досвіду роботи, можна прийняти, що середня квадратична похибка визначення ширини підкранової колії – m на порядок менша від допуску, тобто дорівнює 1,5 мм, достатня і тільки на ділянках, де звуження або розширення рейкової колії недопустиме, вимірювання слід виконувати з максимально можливою точністю.

Як правило, час на вимірювання дуже обмежений, тому необхідно мати можливість оперативно як встановлювати, так і, особливо, знімати прилади під час вимірювань, щоб не затримувати роботу кранів. В цих випадках потрібну точність і швидкість центрування може забезпечити безпосереднє встановлення електронної рулетки типу Disto і марки на точках рейок підкранових колій, які контролюються з використанням спеціально розробленого приладдя, яке дає змогу швидко і з потрібною точністю виконувати вимірювання. Технічними характеристиками Disto для контролю відстаней безпосереднім виміром, навіть без використання спеціального приладдя, саме така точність – 1,5 мм і декларується [3]. Звичайно, кардинальним вирішенням питання автоматизації геодезичних робіт при геодезичному контролі планово-висотного положення підкранових колій є використання електронного тахеометра з точністю вимірювання відстаней, не нижчою від 2 мм. Проте на практиці поширені випадки,

коли підйом і встановлення такого обладнання на висоті і робота з ним не тільки небезпечні, але часто і неможливі. У такому разі використання електронних рулеток найдоцільніше.

Виклад основного матеріалу

Для визначення точності вимірювань і вимог до приладдя, в нашому випадку, розглянемо похибки, від яких залежить точність вимірювань – m :

$$m^2 = m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2 + m_5^2 + m_6^2, \quad (1)$$

де m_1 – похибка за рахунок центрування Disto; m_2 – похибка за рахунок відхилення лінії, яка вимірюється від перпендикуляра до рейки, на якій встановлено віддалемір; m_3 – похибка, спричинена центруванням марки; m_4 – похибка, спричинена неточним наведенням лазерного променя на центр марки за наявності відхилення площини марки від перпендикуляра до вимірюваної лінії на кут $-\alpha$; m_5 – похибка, спричинена неточним наведенням лазерного променя на центр марки за наявності відхилення площини марки від вертикальної площини на кут $-v$; m_6 – інструментальна похибка вимірювання відстані віддалеміром Disto.

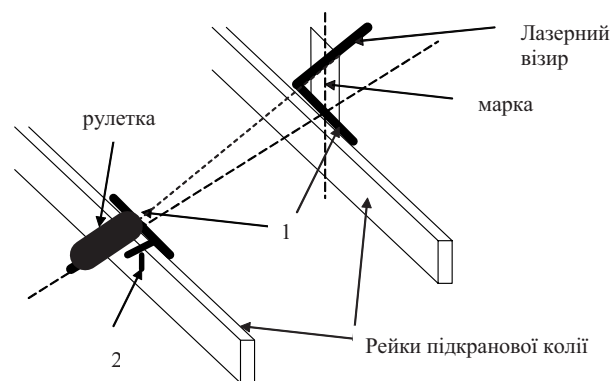


Схема вимірювань ширини колії із застосуванням електронної рулетки:
1 – планка; 2 – закріпний гвинт

Якщо вимірювання ведуться від граней рейки (від зовнішньої ряду А до внутрішньої ряду В або навпаки) значного підвищення продуктивності роботи можна досягти, використовуючи спеціаль-

не приладдя для закріплення приладів. Приладдя для встановлення в робоче положення рулетки при вимірюванні складається із планки з закріпним гвинтом – 1, до якої перпендикулярно кріпиться стандартна платформа для закріплення електронної рулетки на зоровій трубі теодоліта. Довжину планки, яка притискається під час вимірювань до внутрішнього краю рейки – 1, слід вибирати у межах 0,5–1 м, що дає змогу встановлювати автоматично лазерний промінь перпендикулярно до оформлюючої підкранової колії на цій ділянці. Закріпний гвинт – 2 не тільки непорушно закріплює приладдя і рулетку, але і дає змогу привести промінь в горизонтальне положення.

Значення m_2 можна знайти за формулою

$$m_2 = \sqrt{\frac{[\Delta h]}{2 \cdot S}}, \quad (2)$$

де S – вимірювана відстань між рейками; Δh – відхилення положення центра лазерного променя на марці від проекції на марку перпендикуляра до колії.

Прийнявши, за принципом рівних впливів окремих джерел похибок, $m_2 = m\sqrt{6} = 0,6$ мм, знайдемо, що навіть для $S = 10$ м

$$\Delta h = \sqrt{2 \cdot m^2 \cdot S} = 42 \text{ мм}. \quad (3)$$

Окомірне встановлення з такою точністю центра марки на центр лазерного променя не викликає ніяких проблем.

При безпосередньому встановленні рулетки на точку, замарковану на рейці колії, можливе тільки окомірне наведення центра лазерного променя на центр марки, хоча похибки такого наведення, як показує практика, не перевищують 0,001 S . Проте це викликає необхідність орієнтування площини марки перпендикулярно до лазерного променя з точністю

$$v = \sqrt{\frac{m_4 \cdot \rho}{0,001 \cdot S}}. \quad (4)$$

Для забезпечення потрібної точності, наприклад для відстані 40 м відхилення площини марки від перпендикуляра до лазерного променя рулетки згідно з (4) вимагається 55', пропонуємо при орієнтуванні марки використовувати лазерний візир, закріплений на останній. Практика показує, що потрібна точність при цьому легко досягається. Можливим вирішенням цієї проблеми може бути і використання цифрового візира з індикацією на дисплей. Ця можливість реалізована в останніх моделях, починаючи з Disto-8 [3].

Такими самими будуть і вимоги до встановлення марки у вертикальне положення. Тому

рівень з ціною поділки 10' закріплений на марці, завжди забезпечить потрібну точність.

Визначення інструментальної складової похибки вимірювання відстані – m_6 здійснювалося у лабораторних умовах дослідницької лабораторії ДП "Івано-Франківськстандартметрологія".

Дослідження велося на компарувальному столі з ідеально рівною поверхнею при трьох положеннях приладу на трьох базисах: 1,000 м, 1,250 м, 1,500 м. Базиси розмічувалися за допомогою кінцевих мір набору № 9 ПКДМ типу МКП виготовлених заводом "Калібр" – Росія (4 розряд, 2 клас).

Для визначення величини m_6 лазерного віддалеміра Leica DISTO classic5a на відрізках 1000 мм, 2000 мм, 3000 мм, 4000 мм використовували відомі формули для подвійних вимірів (5) та Гаусса (6):

$$m_d = \sqrt{\frac{[dd]}{2 \cdot n}}, \quad (5)$$

$$m_{\Delta} = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}, \quad (6)$$

де m_d – середня квадратична похибка за результатами аналізу подвійних вимірювань (у прямому й оберненому напрямках); m_{Δ} – середня квадратична похибка визначення відхилення середнього значення від істинного (номінальної довжини базису, побудованого притиранням відповідних кінцевих мір); n – кількість вимірювань; $[dd]$ – сума квадратів різниць з прямого і зворотного ходів; $[\Delta\Delta]$ – сума квадратів відхилень від номінальної величини.

Знаходили середні квадратичні похибки для подвійних вимірювань m_{d1} , m_{d2} , m_{d3} , m_{d4} на інтервалах 1000 мм, 2000 мм, 3000 мм, 4000 мм, відповідно, за формулою (5):

$$m_{d1} = \sqrt{\frac{9}{2 \cdot 12}} = 0,61 \text{ мм}, \quad m_{d2} = \sqrt{\frac{7}{2 \cdot 12}} = 0,54 \text{ мм},$$

$$m_{d3} = \sqrt{\frac{4}{2 \cdot 12}} = 0,41 \text{ мм}, \quad m_{d4} = \sqrt{\frac{2}{2 \cdot 12}} = 0,29 \text{ мм}.$$

Знайдені середні квадратичні похибки за значеннями відхилень середнього значення від істинного $m_{\Delta 1}$, $m_{\Delta 2}$, $m_{\Delta 3}$, $m_{\Delta 4}$ на інтервалах 1000 мм, 2000 мм, 3000 мм, 4000 мм, відповідно, за формулою (6) дорівнюють:

$$m_{\Delta 1} = \sqrt{\frac{3,25}{12}} = 0,52 \text{ мм}, \quad m_{\Delta 2} = \sqrt{\frac{3,75}{12}} = 0,56 \text{ мм},$$

$$m_{\Delta 3} = \sqrt{\frac{1}{12}} = 0,29 \text{ мм}, \quad m_{\Delta 4} = \sqrt{\frac{0,50}{12}} = 0,20 \text{ мм}.$$

**Середні значення еталонних базисів
за результатами вимірювань**

Інтервал	Середні значення базисів за результатами вимірів, мм		$m\Delta$, мм		Md , мм
1 м	1000,21	±	0,52	±	0,61
2 м	1999,54	±	0,56	±	0,54
3 м	3000,08	±	0,29	±	0,41
4 м	4000,08	±	0,20	±	0,29

Одержані результати дають підстави стверджувати, що величина m_6 у будь-якому випадку не менша за 0,5 мм, оскільки одержані вище результати звичайно спотворені ще і впливом неточностей встановлення приладів під час експерименту.

Відхиленням істинного значення довжин кінцевих мір від номінального за даними Свідоцтва про перевірку робочих еталонів нехтували оскільки відхилення істинного значення кінцевих мір від номінального є величиною малою – у міліметрах приблизно шостий-сьомий знак після коми.

Отже, аналіз показує, що точність визначення ширини підкранових колій 1,5 мм за наявності спеціального приладдя досягається. Результати виробничих випробувань повністю підтверджують цей висновок. У виконаних нами вимірах при геодезичному контролі підкранових колій на АЕС результати подвійних вимірів ширини колії в 90 % випадків (проаналізовано 100 вимірів) збігались. Нагадаємо, що прилад видає результати у міліметрах.

Висновки

Виконаний аналіз та результати експериментальної перевірки показали, що використання електронних рулеток типу Disto – ефективний засіб автоматизації вимірювань ширини підкранових колій при геодезичному контролі. При цьому забезпечується точність одноразового вимірювання ширини колії, не нижча за 1,5 мм, що повністю задовольняє вимоги виробництва.

Література

1. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів. Державний нормативний акт про охорону праці ДНАОП № 0.00-1.02.02. Затверджено ДКУ з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 18 червня 2007 р. № 132.
2. Бурак К.О. Деякі пропозиції до нових “Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів” // Вісник геодезії і картографії. – 2000. – № 4. – С. 42–45.
3. <http://www.lazerstreet.com/leica-disto-d3.htm>.

**Використання електронних рулеток “Disto”
під час вимірювання ширини
підкранових колій**

Д. Бачевський, К. Бурак,
М. Гринішак, В. Михайлишин

Виконані дослідження показали, що використання електронних рулеток Disto з спеціальним приладдям ефективно розв’язує задачу автоматизації процесів вимірювань ширини підкранових колій. Можливе безпосереднє встановлення як рулетки, так і марки на рейку підкранової колії, що значно зменшує як час центрування приладів, так і підвищує точність. Проте в таких випадках слід використовувати спеціальне приладдя, яке дає змогу орієнтувати площину марки за перпендикуляром до лазерного променя. Пропонується використовувати для цього лазерний візир.

**Использование электронных
рулеток “Disto” при измерениях
ширины подкрановых путей**

Д. Бачевский, К. Бурак,
М. Грынишак, В. Мыхайлышин

Исследования показали, что использование электронных рулеток Disto со специальными приспособлениями эффективно решает задачу автоматизации процессов измерения ширины подкрановых путей. Возможность непосредственного закрепления рулетки и марки на рельсе подкранового пути значительно уменьшает время центрирования прибора и повышает точность. Однако в этих случаях следует использовать специальные приспособления, которые позволяют ориентировать плоскость марки перпендикулярно лазерному лучу рулетки. Предлагается использовать для этого лазерный визир.

**Using of lazerstreet “Disto” in the measurements
of the breadth of ways of crane**

D. Bachevskii, K. Burak,
M. Grynishak, W. Mykhailyshyn

Carried out researches showed that using of lazerstreet Disto with special accommodations effectively meets the challenge the automation of the measurement processes of the breadth of ways of crane. The possibility of the direct fixation of yard-measure and stamp on rail way of crane considerably decreases the time of centering of apparatus and raises accuracy. However in these cases follows to use special accommodations which let orient the plane of stamp to the perpendicularly laser ray of lazerstreet. Is suggested to use with this end in view laser ray.