

О.І. Мороз¹, О.Д. Приступа¹, Т.Г. Шевченко¹, Г.Т. Шевченко²,
¹Національний університет “Львівська політехніка”,
²Академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ПРЯМОЛІНІЙНОСТІ ОСІ ОБЕРТАННЯ ОБЕРТОВОЇ ПЕЧІ

© Мороз О.І., Приступа О.Д., Шевченко Т.Г., Шевченко Г.Т., 2011

Существующие оптико-механические способы и средства контроля прямолинейности оси вращения печи очень трудоёмкие и не обеспечивают требуемую точность. Предложенные новые способы инженерно-геодезического контроля электронными тахеометрами менее трудоёмкие и обеспечивают требуемую точность.

Existing optical-mechanical control methods and means of linearity of rotary kilns' axis are very complicated and do not provide needed accuracy. Proposed new methods of engineer-geodetical control by total stations are not so complicated and provide needed accuracy.

Постановка проблеми. Обертові печі – видимо прості агрегати – широко використовуються у сучасному промисловому виробництві. Весь цемент, глинозем – сировина для виробництва алюмінію, вапно, вогнетриви, мінеральні добрива виготовляють в обертових печах. Обертові печі – це великогабаритні агрегати безперервної дії, діаметр яких сягає 7 м, а довжина їх може перебільшувати 200 м. Перевірити правильність встановлення їхніх вузлів можна тільки способом інженерної геодезії. Вимоги до встановлення обертових печей жорсткі – відхилення від прямолінійності осі обертання обертової печі не повинні перебільшувати ± 3 мм.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями. Вважають, що близько третини аварій і незапланованих простоїв обертових печей пов'язані із перебільшенням допустимих відхилень від прямолінійності осі обертання печі. Година незапланованого простою цементної обертової печі розміром 5×185 м призводить до втрати 80 т цементу. Варто пригадати, що вісь обертання печі – це лінія, що з'єднує центри поперечних перерізів підбандажних обичайок. Позаяк контроль прямолінійності осі обертання здебільшого здійснюють ззовні печі, то зрозуміло, з якими труднощами доводиться стикатися. Положення осі обертання печі залежить від розташування опорних роликів. Тому більшість способів і засобів контролю прямолінійності осі обертання передбачають контроль опорних роликів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми. Сучасні рекомендовані [7,8] та поширені способи контролю [5] передбачають використання оптично-механічних засобів вимірювань. Це геодезичні оптичні прилади – теодоліти і нівеліри, рулетки, рейки, лінійки тощо. Застосування таких засобів пов'язано з певними труднощами, а деколи навіть неможливе.

Невирішені частини загальної проблеми. Для того, щоб виміряти віддаль між осями роликів, необхідно зняти кришки підшипників роликів і виміряти рулеткою віддаль до 4 м. Причому рулетка просто висить у повітрі. Відлічити рейку на відстані 70...100 м з точністю, кращою, ніж 2...3 мм неможливо. Очевидно, що досягти потрібної точності вимірювань оптично-механічними засобами практично неможливо.

Постановка завдання. Співробітники кафедри геодезії Національного університету “Львівська політехніка” розробили нові способи контролю встановлення обертових печей із застосуванням сучасних електронних приладів, зокрема електронних тахеометрів [1–4, 6]. Під час контрольних операцій із встановлення обертових печей велика частка вимірювань припадає на вимірювання віддалей. Вимірювання віддалей електронними тахеометрами у багато разів точніше і простіше ніж механічними засобами вимірювань. Так, за допомогою тахеометра NET05 фірми “SOKKIA” можна поміряти віддалі з точністю до 0,8 мм, а тахеометром TDM 5005 фірми “LEICA” – до 0,2 мм.

Виклад основного матеріалу досліджень. Хоча принцип створних вимірювань залишається незмінним, самі вимірювання набагато простіші й точніші. Вздовж обертової печі з двох її боків на опорах закріплюють два створи. Створи можуть бути дещо непаралельні до лінії, що проходить крізь дві точки планової проекції осі обертання печі. Бажано, щоб ця непаралельність не перебільшувала 200 мм на довжині печі. Цього можна досягти просто окомірно, а найпростіше поміряти віддалі від створу до роликів на першій і останній за ходом матеріалу опорах печі. Вимірювання виконують у такому порядку. На першій або останній опорі поблизу торців роликів у створі встановлюють електронний тахеометр так, щоб була видимість на кінці горизонтальних діаметрів торців роликів, принаймні з того боку, що ближчий до тахеометра. Тахеометр орієнтують за створом, і він працює за програмою прямокутних координат. До твірної ролика, що з’єднує кінці горизонтальних діаметрів його торців, встановлюють пристрій із відбивачем. Наводять тахеометр на відбивач і визначають координати кінців горизонтальних діаметрів торців роликів. Можливі випадки, що із точок встановлення тахеометра буде видно тільки один бік ролика через значну висоту кришки його підшипника. Тоді із точки встановлення тахеометра будують пряму, перпендикулярну до планової проекції осі обертання печі, відзначають точку перетину її зі створом, який позначено з протилежного боку печі, і вимірюють віддаль α між точками. У точці перетину встановлюють тахеометр і визначають координати відбивача, приставленого до іншого боку ролика. Діаметр d_{Π} торця правого за ходом матеріалу у печі ролика визначають згідно із залежністю

$$d_{\Pi} = \alpha - Y_{\Pi 1}^{\prime} - Y_{\Pi 2}^{\prime\prime} - 2\Delta h, \quad (1)$$

де $Y_{\Pi 1}^{\prime}$ – координата точки поверхні ролика під час вимірювань з одного боку печі; $Y_{\Pi 2}^{\prime\prime}$ – координата точки поверхні ролика під час вимірювань з іншого боку печі; Δh – віддаль центра відбивача від твірної ролика, яка з’єднує кінці його горизонтальних діаметрів.

Діаметр торця лівого за ходом матеріалу у печі ролика

$$d_{\Pi} = \alpha - Y_{\Pi 1}^{\prime} - Y_{\Pi 2}^{\prime\prime} - 2\Delta h, \quad (2)$$

де $Y_{\Pi 1}^{\prime}$ – координата точки поверхні ролика під час вимірювань з одного боку печі; $Y_{\Pi 2}^{\prime\prime}$ – координата точки поверхні ролика під час вимірювань з іншого боку печі.

Діаметри роликів і віддалі між їхніми осями є дещо спотвореними непаралельністю створів до проекції осі обертання. Проте це спотворення порівняно із вимогами до точності встановлення опорних роликів є настільки незначним, що ним можна знехтувати. Наприклад, для чотирьохопорної обертової печі (для неї спотворення найбільші) довжину створу можна прийняти 40 м. Якщо непаралельність створів 100...200 мм, найбільші координати поверхні ролика буде визначено із похибкою 0,05...1,0 мм, діаметри роликів із середньоквадратичною похибкою 0,07...0,14мм, віддаль між осями роликів із похибкою 0,1...0,2 мм. У реальних умовах непаралельність створу і осі обертання печі становить 20...70 мм, тому згадані похибки становитимуть соті частки мм. Описані вимірювання виконують, встановлюючи тахеометр поблизу торців кожної пари опорних роликів.

Крім діаметрів опорних роликів під час встановлення тахеометра навпроти торців одного ролика визначають форму його поверхні кочення [6]. Для цього відбивач встановлюють із певним кроком на твірній ролика, що з’єднує однойменні кінці його горизонтальних діаметрів торців.

Знання форми поверхні кочення ролика дає можливість прийняти правильне рішення з приводу регулювання його положення.

Після виконання вимірювань на першій та останній опорах визначають непаралельність розмічених створів до проекції осі обертання як загальну, так і у кожній площині вимірювань. Під час визначення положення роликів цю непаралельність враховують.

За розробленими методиками [3,4] визначають розташування осей опорних роликів, а також відхилення від прямолінійності планової проекції осі обертання печі.

Запропонований новий спосіб визначення відхилень від прямолінійності осі обертання печі дає можливість на основі тільки створних вимірювань визначити просторові відхилення осі обертання печі [1, 2]. Суть способу полягає у тому, що на основі розмірів деталей опорного вузла – діаметрів бандажа і опорних роликів – визначають, на яких віддальх від розмічених створів повинні бути розташовані осі опорних роликів. Приймають, що на опорі вісь обертання прямолінійна, тобто точка її розташована на прямій, що з'єднує вісь обертання на першій і останній опорах. Розрахункові віддалі від створів до осей опорних роликів порівнюють з вимірними і приймають рішення щодо викривлення осі обертання печі.

Висновки. Розроблено нові способи контролю прямолінійності осі обертання обертової печі із застосуванням електронних тахеометрів. Способи менш трудомісткі від існуючих, а за точністю перевищують їх.

1. Кубрак О.Д., Шевченко Т.Г. Застосування створних вимірювань для визначення відхилень від прямолінійності осі обертання обертової печі. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. Зб. наук. праць. – Львів: Вид-во “Львівська політехніка”. – 2008. – Вип. 1 (15). – С.175–179. 2. Кузьо І.В., Мороз О.І., Шевченко Т.Г., Кубрак О.Д., Шевченко Г.Т. Спосіб визначення відхилень від прямолінійності осі обертання обертової печі. Пат. на винахід 88124. Україна МПК F27B7/22. Кузьо І.В., Мороз О.І., Шевченко Т.Г., Кубрак О.Д., Шевченко Г.Т. (Україна) заявлено 29.12.2008 р. На 200815123. Опубл. 10.09.2009, бюл. 17. 3. Кузьо І.В., Мороз О.І., Шевченко Т.Г., Кубрак О.Д. Спосіб визначення положення опорних роликів обертової печі. Патент на винахід 86893. Україна МПК F27B7/00. Кузьо І.В., Мороз О.І., Шевченко Т.Г., Кубрак О.Д. (Україна) заявлено 16.11.2007 р. На 200712733. Опубл. 25.05.2009, бюл. 10. 4. І.В. Кузьо, О.І. Мороз, Т.Г. Шевченко Контроль основних осей обертових печей электронными тахеометрами. // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2007. – № 69. – с.98 – 104. 5. Кузьо І.В., Шевченко Т.Г. Расчёт и контроль установки агрегатов непрерывного производства. – Львов: Вища школа, 1987. – 176 с. 6. Мороз О., Шевченко Г., Приступа О., Шевченко Т. Застосування електронних тахеометрів для визначення форми опорних роликів обертової печі. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів: Видавництво “Львівська політехніка”. – 2010. – Вип. II (20). – с.44–46. 7. Руководство по выверке технологического оборудования металлургической промышленности. // Шевченко Т.Г., Хропот С.Г., Пивоваров В.П., Игнатов А.А., Меньшиков В.Ф. Под ред. Шевченко Т.Г. Министерство металлургии СССР. Москва 1991. – 214 с. 8. Руководство по геодезическому обеспечению монтажа и эксплуатации технологического оборудования цементной промышленности. ГКИНП – 10 – 135 – 80. – М.: Недра, 1983 г. – 207 с.

Надійшла 06.04.2011р.