

характеристики оберткових печей / І.В. Кузьо, Л.В. Дзюбик // Вісник НУ "Львівська політехніка" "Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні". – 2008. – № 613. – С. 106–110. 4. А.С. 1476291 ССРСР, МКИ 27В7/22. Опора вращающегося барабана печи / И.В. Бельмас, В.И. Зинченко, В.К. Березовский. (СССР). – №4189808/31-33; заявл. 02.02.1987, опубл. 30.04.1989. Бюл.№16. 5. Бельмас И.В. Исследование силового взаимодействия опор и корпуса печи магнетизирующего обжига окисленных руд и разработка способа диагностики дефектов опирания: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.06 «Гірничі машини»/ Иван Васильевич Бельмас. – Днепропетровск, 1973 – 21 с.

УДК 528.498

І.В. Кузьо, Г.Т. Шевченко*, Л.В. Дзюбик

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра механіки та автоматизації машинобудування,

*Академія Сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного,
кафедра інженерної механіки

ДІАГНОСТИКА ФОРМИ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ КОРПУСІВ ОБЕРТОВИХ АГРЕГАТИВ БЕЗКОНТАКТНИМИ МЕТОДАМИ

© Кузьо І.В., Шевченко Г.Т., Дзюбик Л.В., 2012

**Запропоновано виконувати контроль форми поперечного перерізу та прямо-
лінійності геометричної осі корпусів оберткових агрегатів електронними приладами. Їх
застосування підвищує оперативність та точність вимірювань.**

**It is proposed to execute control of transverse cutting form and linearity of geometrical
axis of rotary kilns' frame by electronic devices. Use of them enhance operativeness and
accuracy of measurement.**

Постановка проблеми. Корпус оберткової печі – масивна конструкція завдовжки близько 200 м і діаметром до 7 м. В ідеалі це є циліндричної форми труба у поперечному її перерізі. Але на практиці поперечні перерізи корпусів оберткових агрегатів після тривалої роботи набувають форму, далеку від ідеальної, тобто далеку від форми правильного кола. Викривлення корпусу оберткової печі у поперечному її перерізі призводить до нерівномірного навантаження її опорних вузлів та становить загрозу виходу як їх, так і самого корпусу з ладу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для діагностики форми поперечного перерізу корпусу оберткової печі (вільної, наприклад, від футерівки) встановлюють пристрій, що дає можливість відображати таку форму. Для цього у корпусі агрегата встановлюють стійку регульованої довжини, нижній кінець якої спирається на корпус. У верхній частині стійка містить поворотний шарнір із механічним щупом, що повертається у площині, перпендикулярній до осі корпусу. Самі щупи обладнані шкалами, згідно з показами яких можна відобразити форму поперечного перерізу. Під час вимірювання щуп повертають по колу з певним кутовим кроком. Поступовим обертанням шарніра із щупами, що знаходиться у верхній частині стійки і вісь якого паралельна до осі корпусу або збігається із нею, будують конхоїду у малому масштабі, яка є відображенням результатів вимірювань. На основі зроблених записів поперечних перерізів роблять висновок щодо подальшої експлуатації (ремонт) агрегата [2, 3].

Формулювання мети дослідження. У процесі вимірювання доводиться стикатися із кількома проблемами, серед яких: великі габарити агрегатів, як вказано вище, неможливість забезпечити

належну якість освітлення всередині печі під час ремонтних робіт, нахил її до горизонту тощо. Крім того, простий агрегат веде за собою збитки підприємства. Ці та інші чинники вимагають від ремонтної бригади активних і чітких дій, які повинні скоротити до мінімуму час простою і до того ж дати достовірну картину форм поперечних перерізів печі. Використовуючи важкий механічний щуп за вищевказаних проблем, не завжди можна повноцінно досягти мети дослідження – встановити форму поперечних перетинів із потрібною точністю. Аналіз стану сучасних приладів дає змогу використовувати для цього сучасну електронну геодезичну техніку [1].

Виклад основного матеріалу дослідження. У корпусі печі встановлюють стійку регульованої довжини 1 і розтяжками 2 закріплюють нерухомо у корпусі 8. Стьіку 1 встановлюють перпендикулярно до твірної корпусу 8 у радіальному напрямку в площині контрольованого перерізу корпусу. Регулюючи довжину стійки 1 та розтяжки 2 досягають того, що вісь обертання поворотного шарніра 3 стає паралельною до осі корпусу 8 і за можливості ближче до центра перерізу корпусу. Але тепер як відліково-вимірювальний пристрій замість механічного щупа встановлюється лазерна рулетка 5, яка закріплюється на рухомій частині 4 поворотного шарніра 3 в такий спосіб, щоб початок її бази відліку збігався із віссю обертання останнього. Повертаючи рухому частину 4 поворотного шарніра 3, встановлюють лазерну рулетку 5 так, щоб її промінь 7 був горизонтальним, і вимірюють віддаль від осі обертання поворотного шарніра 3, яка збігається з базою відліку лазерної рулетки 5, до діаметрально протилежних точок перерізу. Розтяжками 2 встановлюють поворотний шарнір 3 так, щоб він розмістився на середині виміряної віддалі, тобто на середині хорди або діаметра перерізу. Після цього виконують такі самі вимірювання, розташували промінь рулетки перпендикулярно до твірної корпусу і вимірюють віддалі до точок перерізу. За необхідності переміщують вісь поворотного шарніра вище або нижче так, щоб він розташувався на середині виміряної віддалі. У результаті таких дій вісь поворотного шарніра буде розташована максимально близько до центра перерізу, що полегшує пошук центра поперечного перерізу корпусу. Після цього повертають рухому частину шарніра 4 із лазерною рулеткою 5 кроком, наприклад, через 15^0 , і вимірюють віддалі від осі обертання шарніра 3 до точок поперечного перерізу. Виміряні віддалі від осі обертання шарніра 3 до металу корпусу у точках поперечного перерізу використовують для побудови конхкоїди. Початок координат збігається з точкою, з якої описували форму перерізу, тобто з точкою перетину осі випромінювання лазерної рулетки 5 з віссю обертання поворотного шарніра 3. Вісь OX прямокутної системи координат збігається з віссю лазерного випромінювання рулетки, коли вона горизонтальна, а OY – коли вона є перпендикулярною до твірної корпусу. Координати X_c , Y_c є координатами центра ваги контурної кривої, якою відображений поперечний переріз у зазначеній системі координат у вигляді конхкоїди. Конхкоїда – крива зменшеного масштабу, що відображає поперечний переріз корпусу. Відхилення конхкоїди від правильної колової форми мають дійсну величину і відповідають дійсним відхиленням поперечного перерізу корпусу. Положення центра ваги поперечного перерізу визначають як центр ваги конхкоїди згідно із такими залежностями (1):

$$X_c = \frac{2 \sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad Y_c = \frac{2 \sum_{i=1}^n y_i}{n}. \quad (1)$$

Точність відлічування лазерною рулеткою становить 0,5 мм порівняно із 1 ... 1,5 мм під час контактного вимірювання механічним щупом. Крім того, площину, яку створює лазерне випромінювання, можна значно простіше і тому з більшою точністю встановити перпендикулярно до осі корпусу.

Досліджуючи форму поперечного перерізу корпусу обертової печі, необхідно сказати і про геометричну вісь обертання корпусу, яка є лінією, що з'єднує центри ваги поперечних перерізів корпусу. Відхилення геометричної осі корпусу у прольотних ділянках можуть мати ± 10 мм. Контроль прямолінійності осей здійснюють різними способами. Контроль прямолінійності корпусу

обертової печі виконують безпосередньо всередині корпусу. У корпусі печі встановлюють три вищеописані стійки. Дві з них в подальшому будуть базовими, тобто з них буде зафіксовано базову пряму. За однією з двох стійок встановлюють третю так, щоб вісь обертання шарніра розташувалася якомога ближче до центра перерізу, і встановлюють на ній електронний тахеометр. На ближній стійці встановлюють пристрій для зміни напрямку променя на 90^0 . Повертають у шарнірі рухому частину пристрою так, щоб промінь потрапляв на метал корпусу, і відображають форму перерізу за зміною віддалі від електронного тахеометра, встановленого на третій стійці. Відшуковують незбіг осі обертання шарніра з центром перерізу корпусу і суміщають вісь обертання шарніра з центром перерізу. Такі самі дії виконують у площині встановлення другої стійки. На першій стійці встановлюють електронний тахеометр так, щоб його вісь випромінювання збігалась з центром перерізу і суміщають її з центром другого перерізу. В такий спосіб задають базову пряму, стосовно якої виконують решту вимірювань (рисунок).

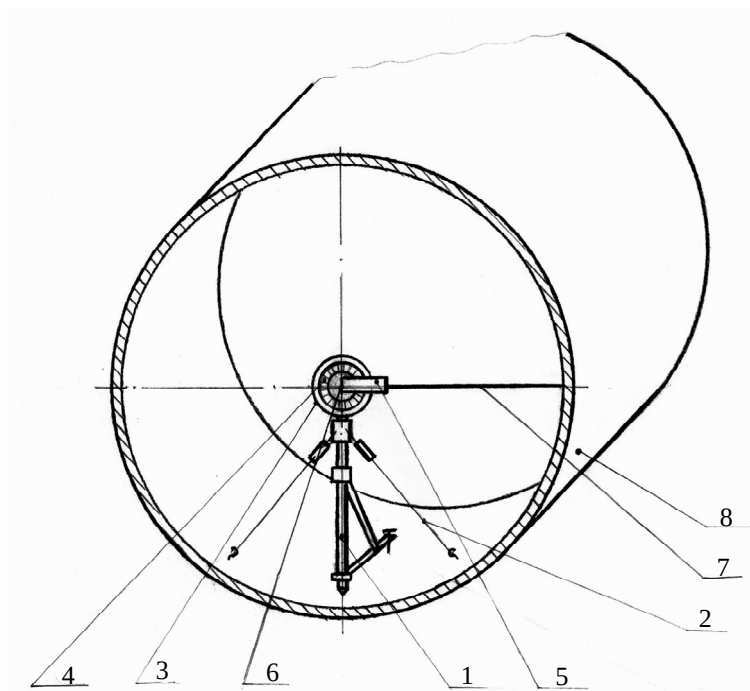


Схема діагностики корпусу обертової печі безконтактним методом

Висновки. Запропонований метод і засіб діагностики порівняно з існуючим забезпечує зручність, оперативність і підвищує точність вимірювань. Використання лазерної рулетки та інших електронних геодезичних приладів робить пристрій безконтактним і легшим, оскільки не потрібно використовувати важкий та незручний механічний щуп.

1. Кузьо І.В., Мороз О.І., Красюк О.П., Шевченко Т.Г., Марченков О.І. Спосіб визначення відхилень від прямолінійності осі корпусу обертової печі. Патент на винахід 87217. Україна МПК F27B7/00 // Кузьо І.В., Мороз О.І., Красюк О.П., Шевченко Т.Г., Марченков О.І. (Україна). Заяв. 16.11.2007 р. № 200712732. Опубл. 25.06.2009, Бюл. 12. 2. Кузьо І.В., Шевченко Т.Г. Расчёт и контроль установки агрегатов непрерывного производства. – Львов: Вища шк., 1987. – 176 с. 3. Руководство по выверке технологического оборудования металлургической промышленности. // Т.Г. Шевченко, С.Г. Хропот, В.П. Пивоваров, А.А. Игнатов, В.Ф. Меншиков / под ред. Т.Г. Шевченко. – М.: Министерство металлургии СССР, 1991. – 214 с.