

**Автухов А.К.,
Тимчук С.О.,
Кур'янов О.С.**

*Харківський національний технічний
університет сільського господарства імені
Петра Василенка*

E-mail: fpkntush@i.ua

**УЗАГАЛЬНЕННЯ СПОСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ
ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ПРОКАТНИХ
ВАЛКІВ І ВЕЛИЧИНИ ЇХ ЗНОСУ ПРИ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

УДК 669.15-196

Автухов А.К., Тимчук С.О., Кур'янов О.С. «Узагальнення способів визначення геометричних розмірів прокатних валків і величини їх зносу при експлуатації»

В роботі наведені основні способи визначення геометричних параметрів прокатних валків і величини їх зносу при експлуатації. Показано, що для визначення геометричних розмірів під час виготовлення та величини зносу прокатних валків при експлуатації використовуються різні види обладнання. Наведено, що відповідно до технічних вимог основного робочого інструменту прокатних станів контроль їх геометричних розмірів проводиться обмірними інструментами за ГОСТ 7502, ГОСТ 427, ГОСТ 166. Відмічено, що для вимірювань профілю прокатних валків при обробці на вальцешліфувальних верстатах «HERKULES» застосовується пристрій для вимірювань геометричних параметрів прокатних валків виробництва НСС / KPM Electronics GmbH. Надано опис вимірювального пристосування для визначення форми і розмірів профілю валків валкових систем квартостанів гарячої прокатки. Узагальнено способи визначення величини зносу прокатних валків при експлуатації. Показано, що оптимальним способом для визначення величини зносу прокатних валків під час експлуатації є спосіб визначення зміни розмірів і форми поверхні виробів, який полягає в тому, що на поверхні виробу за допомогою конусної фрези строго визначеної форми наносять штучну базу – поглиблення у формі конуса. Після створення поглиблення на досліджену поверхню, поруч з поглибленням розміщують контрольні розмірні елементи. Фотоапаратом робиться знімок поглиблення разом з контрольним елементом. Після певного періоду експлуатації повторно роблять фотографію штучної бази. Отримані знімки в bmp або jpg форматі вводяться в комп'ютер, де за допомогою спеціальної програми обробляються з метою визначення їх глибини. Фактичні значення зносу валка під час експлуатації визначає різниця глибини штучної бази до початку експлуатації і після експлуатації.

Ключові слова: прокатні валки, геометричні розміри, величина зносу, вимірювальні пристосування..

Автухов А.К., Тимчук С.А., Кур'янов А.С. «Обобщение способов определения геометрических размеров прокатных валков и величины их износа при эксплуатации»

В работе приведены основные способы определения геометрических параметров прокатных валков и величины их износа при эксплуатации. Показано, что для определения геометрических размеров при изготовлении и величины износа прокатных валков при эксплуатации используются различные виды оборудования. Указано, что в соответствии с техническими требованиями к основному рабочему инструменту прокатных станом контроль их геометрических размеров проводится измерительными инструментами по ГОСТ 7502, ГОСТ 427, ГОСТ 166.

Отмечено, что для измерений профиля прокатных валков при обработке на вальцешлифовальных станках «HERKULES» применяется устройство для измерений геометрических параметров прокатных валков производства НСС/КРМ Electronics GmbH. Предоставлено описание измерительного приспособления для определения формы и размеров профиля валков валковых систем квартостанов горячей прокатки. Обобщены способы определения величины износа прокатных валков при эксплуатации.

Показано, что оптимальным способом для определения величины износа прокатных валков во время эксплуатации есть способ определения изменения размеров и формы поверхности изделий, который заключается в том, что на поверхности изделия с помощью конусной фрезы строго определенной формы наносят искусственную базу – углубление в форме конуса. После создания углубления на исследуемую поверхность, рядом с углублением размещают контрольные размерные элементы.

Фотоапаратом делается снимок углубления вместе с контрольным элементом. После определенного периода эксплуатации повторно делают фотографию искусственной базы. Полученные снимки в bmp или jpg формате вводятся в компьютер, где с помощью специальной программы обрабатываются с целью определения их глубины. Фактические значения износа валка при эксплуатации определяет разница глубины искусственной базы до начала эксплуатации и после эксплуатации.

Ключевые слова: прокатные валки, геометрические размеры, величина износа, измерительные приспособления.

A.K. Avtukhov, S.A. Timchuk, A.S. Kuryanov "Generalization of methods for determining the geometric dimensions of rolling rolls and the magnitude of their wear during operation"

The paper presents the main methods for determining the geometric parameters of the rolls and the value of their deterioration during the operation. It is shown that various types of equipment are used to determine the

geometric dimensions during manufacture and the amount of deterioration of the rolls during operation. It is shown that, in accordance with the technical requirements for the main working tool of rolling mills, control of their geometric dimensions is carried out with measuring instruments in accordance with GOST 7502, GOST 427, GOST 166. It is noted that a device for measuring the geometric parameters of rolling rolls manufactured by HCC/KRM Electronics GmbH is used to measure the profile of the rolls during processing on the HERKULES roll grinders. A description of the measuring device for determining the shape and size of the roll profile of roll systems of hot rolling quarters is provided. Methods for determining the amount of wear of rolling rolls during operation are generalized. It is shown that the optimal method for determining the amount of wear of the rolling rolls during operation is a method for determining the change in the size and shape of the surface of products, which consists in the fact that an artificial base is applied on the surface of the product using a cone cutter of a strictly defined shape – a cone-shaped depression. After creating a depression on the surface under study, control dimensional elements are placed next to the depression.

The camera takes a picture of the recess together with the control element. After a certain period of operation, a photo of the artificial base is taken again. The resulting images in bmp or jpg format are entered into a computer, where they are processed using a special program to determine their depth. Actual values of roll deterioration during the operation are determined by the difference in the depth of the artificial base before the start of the operation and after operation.

Keywords: rolling rolls, geometrical dimensions, wear value, measuring devices.

Актуальність задачі

Основним завданням металургійної промисловості є підвищення ефективності і поліпшення якості продукції, що випускається. У прокатному виробництві це пов'язано з розширенням сортаменту металопрокату, скороченням витрат на його виробництво, збільшенням міжремонтного періоду експлуатації прокатних валків [1]. На зниження продуктивності прокатних станів істотно впливає знос прокатних валків.

Згідно з даними літературних джерел, знос валків залежить від багатьох чинників: якості матеріалу з якого вони виготовлені; температурних умов прокатки; питомого тиску металу, відносного обтиску, швидкості деформації та ковзання металу, що прокочується відносно поверхні валків; довжини сортаменту прокату; інтенсивності охолодження і стану поверхні валків, чистоти обробки її поверхні та ін. [2 – 4].

Дослідженню зносу і стійкості деталей машин присвячені роботи багатьох видатних вчених [5 – 9]. Значні роботи в цій області виконані фахівцями з обробки металів тиском [10 – 11].

В основі дослідження зносу прокатних валків лежить визначення початкових геометричних параметрів досліджуваних поверхонь і зміна їх у процесі експлуатації.

Для визначення геометричних розмірів під час виготовлення та величини зносу прокатних валків при експлуатації використовуються різні види обладнання, виготовлення і застосування яких не завжди економічно виправдано.

Формулювання мети дослідження

Узагальнення способів визначення геометричних параметрів прокатних валків і величини їх зносу при експлуатації для встановлення фактичних розмірів робочих поверхонь.

Результати дослідження

Відповідно до технічних вимог до основного робочого інструменту прокатних станів контроль геометричних розмірів прокатних валків виконується вимірювальними інструментами по ГОСТ 7502, ГОСТ 427, ГОСТ 166 [12 – 13].

Слід зазначити, що в даний час для визначення геометричних розмірів прокатних валків використовується і інші пристрої. Так, для вимірювань профілю прокатних валків при їх обробці на вальцешліфувальних верстатах «HERKULES» застосовується обладнання виробництва HCC/KRM Electronics GmbH, Німеччина, наведене на рис.1 [14].

Принцип дії пристрою для вимірювання геометричних параметрів прокатних валків (далі – пристрій) заснований на контактному методі вимірювань. Конструкція являє собою скобу, на кінцях якої розташовані вимірювальні елементи, що контактують з поверхнею валка. При цьому реалізується двоточкова схема вимірювання лінійних розмірів.

Стійка пристроїв встановлена на нижніх санчатах шліфувального супорта. Вимірювальні важелі пересуваються за допомогою лінійного приводу і тримають верхній і нижній вимірювальні щупи. Лінійне переміщення вимірювального щупа перетворюється в уніфікований вихідний сигнал, що містить інформацію про величину і напрямки переміщення, придатний для обробки в вимірювальних системах і цифрової індикації.

В положення спокою, для захисту від пошкодження пристрій відкидається вгору. При необхідності пристрій повертається в позицію вимірювання. Вимірювання можуть здійснюватися на нерухомому валку або під час його обертання.



Рис. 1. Пристрій для вимірювань геометричних параметрів прокатних валків

Дане обладнання дає можливість визначати геометричні розміри прокатних валків при їх виробництві і при перешліфовках. Однак слід зазначити, що використовувати його для визначення величини зносу робочої поверхні прокатних валків під час їх експлуатації не надається можливим.

При зносі прокатних валків погіршуються якісні показники металопродукції, такі як стан поверхні і його геометрія.

У зв'язку з цим контроль величини зносу і зміна форми валків є обов'язковою вимогою технічного завдання, яке забезпечується технічними вимогами на валки.

Зміну форми валків з гладкою бочкою можна перевірити індикаторною лінійкою, або спеціальним пристроєм.

При вимірюванні профілю валка індикаторною лінійкою, останню встановлюють на крайові бочки. Уздовж індикаторної лінійки пересувають повзун із закріпленим на ньому індикатором, за показаннями якого визначають величину зносу робочої поверхні валка [1].

Автори статті «Дослідження зносу листових валків валкових систем квартостанов гарячої прокатки» [15] для вивчення характеру зносу валків чистової групи стану 2000 застосували спеціально сконструйоване пристосування у вигляді балки, яке базується на бочці валка (див. рис. 2). По довжині балки в лінію, паралельну осі валка, були вмонтовані індикатори годинникового типу (21 штука) з ціною розподілу 0,01 мм. Крок розміщення індикаторів – 100 мм, крім крайніх. Крайні індикатори встановлювали з таким розрахунком, щоб виміри виконувалися в точках, віддалених від краю бочки на 20 мм.

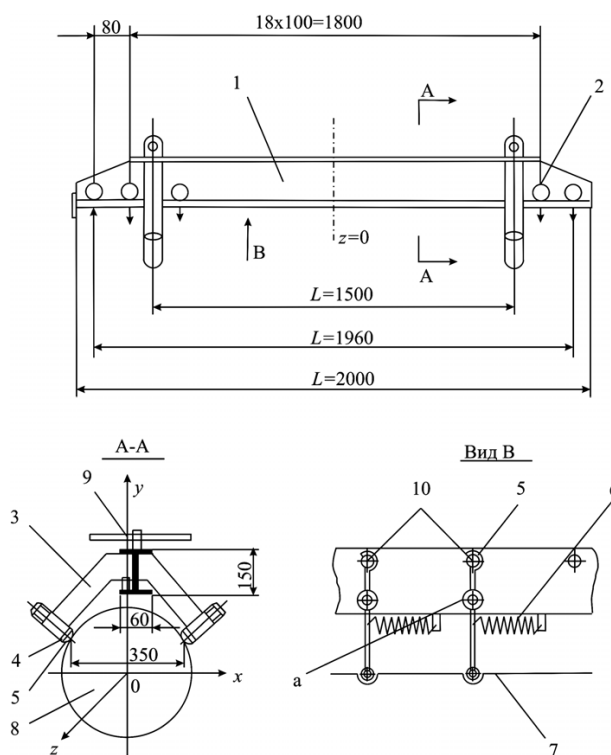


Рис. 2. Вимірювальне пристосування для визначення форми і розмірів профілю валків:
1 – двотаврова балка; 2 – індикатори годинникового типу; 3 – скоби; 4 – втулка; 5 упори;
6 – пружина; 7 – тяга; 8 – бочка валка; 9 – рукоятка; 10 – механізм фіксації ніжок індикаторів; а – вісь

При вимірах опорних валків відстань між упорами 5 дорівнювала 350 мм. Відстань вибирали з таким розрахунком, щоб забезпечити стабільне положення пристосування на валку і зазор між валком і балкою 10...15 мм. За допомогою представленого пристосування визначали знос чавунних робочих валків (виконання ЛПХНД-71) діаметром 800...760 мм; і сталевих опорних валків (сталь 9ХФ) діаметром 1600...1460 мм.

Для визначення величини зносу валків на робочій поверхні бочки в радіальному напрямку керном наносили поглиблення, які називали «кернами». За зміною глибини «кернів» оцінювали величину зносу в місцях їх нанесення. «Керни» наносили по координатам $z = (-0,9; 0,9; 0,8; 0,8; 0)$, де z – вісь обраної системи координат, що збігається за напрямком з віссю валка (цифри дані в метрах). Керни по кожній координаті наносили двома діаметрально протилежними гніздами: по 3 керна в кожному гнізді. Глибину кернів вимірювали індикатором (ціна розподілу 0,01 мм) з використанням пристрою, який показано на рис. 3.

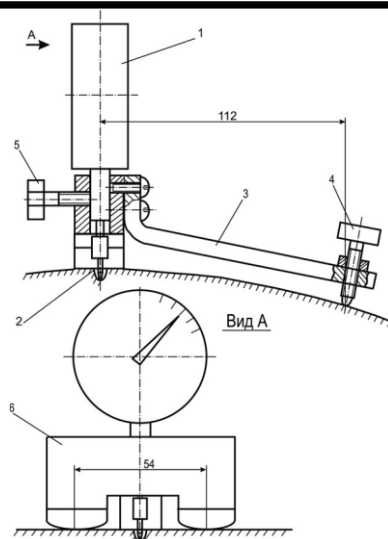


Рис. 3. Пристрій для вимірювання величини зносу з використанням кернів:
1 – стандартний індикатор годинникового типу з ціною роподілу 0,01 мм; 2 – вимірювальна голка; 3 – установча планка; 4 – регулювальний гвинт; 5 – фіксуєчий гвинт; 6 – опора

Запропоноване обладнання дає можливість досить точно визначити величину зносу прокатних валків, але воно складне у виготовленні і трудомістке при проведенні вимірювань.

Оптимальним способом для визначення величини зносу прокатних валків під час експлуатації є спосіб, який полягає в тому, що на поверхні виробу (як і при використанні обладнання, яке представлено на рис. 2 – 3) наносяться штучні бази у вигляді заглиблень.

Але слід зазначити, в цьому випадку заглиблення наносять у формі конуса за допомогою конусної фрези суворо визначеної форми (рис. 4). Надалі зі зміни глибини штучної бази, яке визначають за допомогою розрахунків по відбитку її дна до початку експлуатації і після певного періоду експлуатації, визначають величину зносу.



Рис. 4. Нанесення штучної бази на робочу поверхню прокатного валка

Методика визначення глибини штучної бази полягає в наступному. Після утворення заглиблення на досліджуваній поверхні, поруч з відбитком штучної бази розміщують контрольний розмірний елемент у вигляді каліброваної смуги. Фотоапаратом (бажано використовувати фотоапарат з максимальним розширенням) робиться знімок поглибленням разом з контрольним елементом. Після певного періоду експлуатації повторно роблять знімок штучної бази. Також, як і в початковому випадку поруч з поглибленням розміщують контрольний розмірний елемент.

Отримані знімки в bmp або jpg форматі вводяться в будь-яку з програм для розробки креслярської документації, яка використовує векторну графіку, наприклад: Autocad, Inventor, Solid Works, Компас тощо. На знімках з високим ступенем збільшення проставляються розміри діаметра дна конуса заглиблення і характерного розміру контрольного елемента. Природно, розміри, визначені програмою, не будуть відповідати реальності. Але в даному випадку нас цікавить не абсолютне значення розмірів, які визначить програма, а співвідношення діаметра дна конуса заглиблення до розміру контрольного елемента. Знаючи точний розмір контрольного елемента, можна за допомогою пропорції визначити діаметр дна конуса заглиблення.

На підставі діаметра дна конуса за допомогою розрахунків визначають глибину відбитка. Різниця глибини штучної бази до початку експлуатації і після експлуатації показує фактичні значення зносу валка під час експлуатації.

Даний метод простий і зручний для практичного застосування без використання складного устаткування.

Використання даного способу дозволяє з точністю 0,01 мм визначити зміну розмірів і форми робочої поверхні прокатного валка при експлуатації.

Висновки

Для визначення геометричних розмірів під час виготовлення і величини зносу прокатних валків при їх експлуатації використовуються різні види обладнання.

Устаткування, яке застосовується при виробництві і при перешліфовках прокатних валків використовувати для визначення величини зносу робочої поверхні прокатних валків під час експлуатації не завжди надається можливим.

Для вимірювання величини зносу валків листопрокатних станів застосовуються індикаторні лінійки або спеціально сконструйовані пристосування у вигляді балки з вмонтованими індикаторами годинникового типу, які складні в виготовленні і трудомісткі при проведенні вимірювань.

Оптимальним способом для визначення величини зносу прокатних валків під час експлуатації є спосіб, який полягає в тому, що на поверхні виробу за допомогою конусної фрези суворо визначеної форми наносять штучну базу – поглиблення у формі конуса.

За допомогою фотоапарата фіксуються розміри штучних баз до експлуатації і після експлуатації. Отримані знімки переносять на комп'ютер, де за допомогою спеціальної програми обробляються отримані в форматі bmp зображення досліджуваних штучних баз і визначається їх глибина. Різниця глибини штучної бази до початку експлуатації і після експлуатації показує фактичні значення зносу валка під час експлуатації.

Використання даного способу дозволяє з точністю 0,01 мм визначити зміну розмірів і форми робочої поверхні прокатного валка при експлуатації.

Список використаних джерел

1. Производство и применение прокатных валков: справочник / Т. С. Скобло и др. Ред. Т. С. Скобло. – Харьков: ЦД № 1, 2013. – 572 с.

2. Целиков А.И. Зюзин В.И. Современное развитие прокатных станов. – Москва: Металлургия, 1972. – 399 с.

3. Москалев А.Н., Ветров Б.Г., Зелинский В.Ф., Коновалов Л.А. Повышение эффективности производства и эксплуатации прокатных валков. – Москва: Металлургия, 1983. – 64 с.

4. Скобло Т. С., Автухов А. К., Соколов Р. Г. Анализ эксплуатационной стойкости двухслойных чугуновых валков // Сталь. – 2015. – №2. – С. 34-37.

5. Крагельский И. В. Трение и износ. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1968. – 480 с.

6. Крагельский И. В., Алисин В. В. Трение, изнашивание и смазка: справочник в 2-х кн. – Москва: Машиностроение, 1979. – 358 с.
7. Дроздов Ю. В., Арчegov В. Г., Смирнов В. И. Противозадирная стойкость трущихся тел. – Москва: Наука, 1981. – 139 с.
8. Тейбор Д. Износ. Краткий исторический обзор : пер. с англ. Д. Тейбор // Проблемы трения и смазки. – Москва, 1974. – № 4. – С. 6–16.
9. Хаккен Г. Синергетика: пер. с нем. Г. Хаккен. – Москва: Мир, 1980. – 440 с.
10. Эксплуатация валков обжимных и сортовых станков / Н. М. Воронцов и др. – Москва: Metallurgiya, 1973. – 288 с.
11. Быстров В. А. Дьяков П. К., Уманец А. Г. Условия эксплуатации и износ валков прокатного стана горячего металла // Известия вузов. Черная металлургия. – Москва. – 2014. – № 5. – С. 24–29.
12. ОСТ 24.013.20-90. Издание. Валки стальные кованные для холодной прокатки металлов. Технические условия. [Действует с 01.01.1991 Изд. офиц. НПОтяжмаш. 1990. – 20с.
13. ТУУ 27.1-26524137-1291-2007. Видання. Валки чугунные для горячей прокатки металла. [Чинний від. 01.02.2007. Вид. офиц. Харків. 2007. 29 с.].
14. all-pribors.ru>opisanie.
15. Борисов В. И., Голубьев В. В. Исследование износа листовых валков валковых систем квартостанов горячей прокатки // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия. “Машиностроение”. – Москва. – 2005. – №4. – С.49-62.

References

1. Proizvodstvo i primeneniye prokatnykh valkov: spravochnik / T. S. Skoblo i dr. Red. T. S. Skoblo. – Khar'kov, 2013. – TSD № 1. – 572 s.
2. Tselikov A.I. Zyuzin V.I. Sovremennoye razvitiye prokatnykh stanov. – Moskva: Metallurgiya, 1972. – 399 s.
3. Moskalev A.N., Vetrov B.G., Zelinskiy V.F., Konovalov J.I.A. Povysheniye effektivnosti proizvodstva i ekspluatatsii prokatnykh valkov. – Moskva: Metallurgiya, 1983. – 64 s.
4. Skoblo T. S., Avtukhov A. K., Sokolov R. G. Analiz ekspluatatsionnoy stoykosti dvukhsloynnykh chugunnykh valkov. Stal'. 2015. – №2. – S. 34-37.
5. Kragel'skiy I. V. Treniye i iznos. Izd. 2-ye, pererab. i dop. – Moskva: Mashinostroyeniye, 1968. – 480 s.
6. Kragel'skiy I. V., Alisin V. V. Treniye, iznashivaniye i smazka: spravochnik v 2-kh kn. – Moskva: Mashinostroyeniye, 1979. – 358 s.
7. Drozdov YU. V., Archegov V. G., Smirnov V. I. Protivozadirnaya stoykost' trushchikhsya tel. – Moskva: Nauka, 1981. – 139 s.
8. Teybor D. Iznos. Kratiy istoricheskiy obzor : per. s angl. D. Teybor. Problemy treniya i smazki. – Moskva, 1974. № 4. – S. 6–16.
9. Khakken G. Sinergetika : per. s nem. G. Khakken. Moskva: Mir, 1980. 440 s.
10. Ekspluatatsiya valkov obzhimnykh i sortovykh stanov / N. M. Vorontsov i dr. – Moskva : Metallurgiya, 1973. – 288 s.
11. Bystrov V. A. D'yakov P. K., Umanets A. G. Usloviya ekspluatatsii i iznos valkov prokatnogo stana goryachego metalla . Izvestiya vuzov. Chernaya metallurgiya. – Moskva. 2014. – № 5. – S. 24– 29.
12. OST 24.013.20-90. Izdaniye. Valki stal'nyye kovanyye dlya kholodnoy prokatki metallov. Tekhnicheskkiye usloviya. [Deystvuyet s 01.01.1991 Izd. ofits. NPOtyazhmash. 1990. – 20s.
13. TUU 27.1-26524137-1291-2007. Vidannya. Valki chugunnyye dlya goryachey prokatki metalla. [Chinniy vid. 01.02.2007. Vid. ofits. Kharkiv. 2007. 29 s.].
14. all-pribors.ru>opisanie.
15. Borisov V.I., Golub'yev V.V. Issledovaniye iznosa listovykh valkov valkovykh sistem kvartostanov goryachey prokatki // Vestnik MGTU im. N.E. Bauman. Seriya. “Mashinostroyeniye”. – Moskva. 2005. №4. – S.49-62.