

**В. І. Кальченко**, д.т.н., професор,  
e-mail: [kalchenkovi@ukr.net](mailto:kalchenkovi@ukr.net)

**В. В. Кальченко**, д.т.н., професор,  
e-mail: [yvkalchenko74@gmail.com](mailto:yvkalchenko74@gmail.com)

**А. М. Єрошенко**, к.т.н., доцент,  
e-mail: [yeroshenkoam@gmail.com](mailto:yeroshenkoam@gmail.com)

**Н. М. Сіра**, аспірант  
e-mail: [nnserya@ukr.net](mailto:nnserya@ukr.net)

Чернігівський національний технологічний університет,  
вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14026, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБУ ШЛІФУВАННЯ ВАЛКІВ СТРІЧКОПРОКАТНИХ СТАНІВ ЗІ СХРЕЩЕНИМИ ОСЯМИ ІНСТРУМЕНТА ТА ДЕТАЛІ

З метою відновлення зношених профілів валків стрічкопрокатних станів запропоновано високопродуктивний спосіб шліфування зі схрещеними осями круга та деталі, який забезпечує високі геометричну точність та клас шорсткості оброблених поверхонь. Перешліфовування валків здійснюється в три проходи орієнтованими абразивними та алмазним кругами, де чорновий припуск знімається торцем інструмента, а чистове шліфування та калібрування здійснюються широкою розвантаженою ділянкою його периферії. При цьому за перший прохід здійснюється чорнова обробка валка абразивним кругом, за другий – чистове шліфування двома суміщеними абразивними кругами, за третій – калібрування поверхні деталі алмазним кругом. При шліфуванні зі схрещеними осями круга та деталі досліджується вплив теплових явищ, жорсткості системи ВПД на точність та якість поверхонь валків і розрахована величина зносу інструмента. Відновлення різальних властивостей кругів забезпечується їх правкою, яка виконується окремо на торці та на периферії інструмента.

**Ключові слова:** валки, стрічкопрокатні стани, шліфування, схрещені осі, абразивний круг, алмазний круг, правка круга, напруга зсуву, жорсткість, знос.

**Постановка проблеми.** Продукція прокатного виробництва широко використовується у вигляді заготовок різного профілю при виготовленні деталей у різних галузях машинобудування.

Продуктивність прокатних станів визначається якістю прокатних валків, до поверхонь яких висуваються вимоги забезпечення високих твердості, зносостійкості, точності (IT6-8) та шорсткості ( $Ra = 0,4-1,6$  мкм) [1].

Твердість бочки робочих валків стрічкопрокатних станів, виготовлених зі сталі 9ХС, зазвичай знаходиться в межах HRC 58-63, допуск на відхилення круглості бочки та шийок не повинен перевищувати 0,010-0,015 мм, а похибка твірної валків повинна знаходитися в межах 5-10 мкм [2].

В процесі експлуатації поверхні валків надмірно зміцнюються, утворюються пошкодження і дефекти, що призводить до зносу та погіршення якості прокату. З метою забезпечення високої точності та низького параметра шорсткості поверхонь валків, а отже, і отри-

мання високоякісного прокату їх діаметри неодноразово перешліфовуються.

В роботі [3] з метою реінжинірингу великогабаритних складових прокатних валків реалізовані групові технологічні процеси, які дозволяють повторне використання деталей прокатних станів і подовження строку їх експлуатації.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** В сучасному машинобудуванні використовується декілька основних способів подовжнього круглого шліфування. Найбільш поширеним є багатопрохідне шліфування деталі 1 периферією циліндричного круга 2 (рис. 1) [4]. Основним недоліком способу є нестабільне положення формоутворюючої ділянки інструмента через його нерівномірний знос 3. Тому цей метод використовується при обробці деталей нормального класу точності.

З метою підвищення продуктивності обробки у масовому виробництві застосовується спосіб шліфування кругом із забірним

конусом [5]. Недоліком способу є обмеженість використання, тому що при зміні величини припуску  $t$  на обробку деталі 1 (рис. 2) забірний конус інструмента 2 задіяний не повністю.

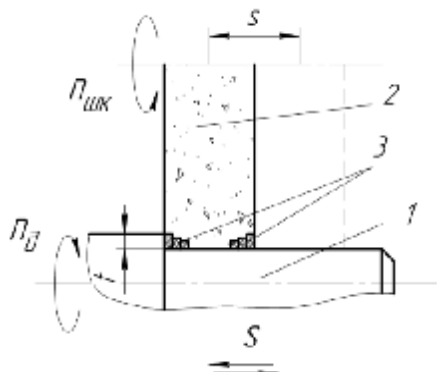


Рис. 1. Багатопрохідне шліфування периферією циліндричного круга

З метою фіксації формоутворюючої точки Б широкого абразивного циліндричного круга 2 (рис. 3) запропоновано спосіб [6], де інструмент повернутий на кут  $\alpha$  відносно осі обертання деталі 1. Недоліками способу є складність обробки ступінчатих деталей та підвищення сумарної сили різання внаслідок зняття чорнового та чистового припуску периферією одного круга, що впливає на точність формоутворення деталі.

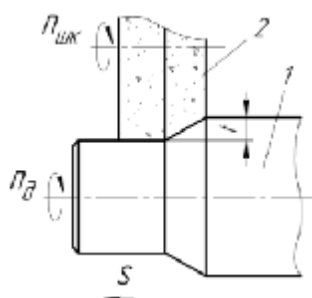


Рис. 2. Шліфування кругом із забірним конусом

Впровадження способу високошвидкісного шліфування зі схрещеними осями круга 2 та деталі 1 (рис. 4), здійснене фірмою Junker на верстатах Quickpoint 1000, Quickpoint 3000, Quickpoint 5000, підвищило продуктивність обробки в шість разів порівняно з традиційними способами круглого шліфування зі збереженням високої точності та якості обробленої поверхні [7]. При цьому використовуються шліфувальні круги із ельбору або алмазу висотою 4-6 мм та покриттям шириною  $h$  (рис. 4) лише в декілька міліметрів при швид-

костях шліфування до 140 м/с і обертання деталі до 12000 об/хв.

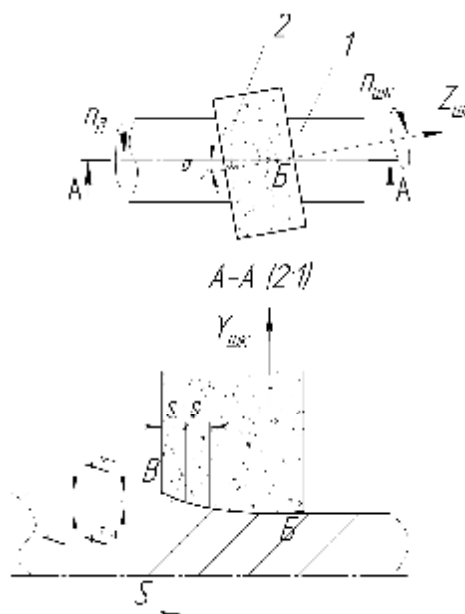


Рис. 3. Шліфування широким циліндричним кругом зі схрещеними осями інструмента та деталі

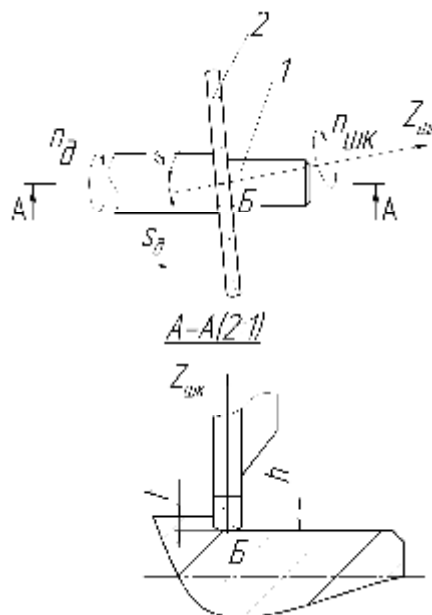


Рис. 4. Спосіб шліфування зі схрещеними осями круга та деталі фірми Junker

Підвищення рівня конкурентоспроможності вітчизняного стрічкопрокатного виробництва потребує дослідження нових способів шліфування валків, які забезпечуватимуть високі продуктивність обробки, точність та якість оброблених поверхонь деталей.

**Мета статті** – підвищення продуктивності обробки валків стрічкопрокатних станів

при шліфуванні зі схрещеними осями круга та деталі і забезпечення високих показників точності та якості оброблених поверхонь.

**Виклад основного матеріалу.** Діаметр валка стрічкопрокатного стану в процесі роботи зношується і, в зв'язку з цим, багаторазово перешліфовується на інший розмір.

З метою відновлення зношених поверхонь валків та отримання заданих точності і якості їх поверхневого шару використовується спосіб глибинного однопрохідного шліфування зі схрещеними осями круга та деталі, запропонований у роботі [8], де обробка циліндричної поверхні деталі здійснюється орієнтованим кругом, при цьому чорнове шліфування виконується торцем інструмента, а чистова обробка та калібрування – широкою розвантаженою ділянкою його периферії, що забезпечує підвищення точності формоутворення деталі. Завдяки повороту осі шліфувального круга відносно горизонтальної осі оброблюваної деталі формоутворення поверхні здійснюється фіксованою точкою, що дає можливість її програмування на верстатах з ЧПК.

Перешліфовування валка стрічкопрокатного стану, виготовленого зі сталі 9ХС, на необхідний розмір здійснюється за три проходи абразивними та алмазним кругами зі схрещеними осями інструмента та деталі. Для забезпечення високої продуктивності обробки та отримання заданого параметра шорсткості обробленої поверхні вісь шліфувального круга повертають на  $1^0$  відносно осі оброблюваної деталі та розташовують на відстані радіуса заокруглення радіусної кромки інструмента та половини подачі на оберт деталі [8].

Чорнове шліфування валка здійснюється за перший прохід орієнтованим абразивним кругом на керамічній зв'язці із зернистістю 63-50, при цьому шорсткість обробленої поверхні становить  $Ra = 2,5-1,25$  мкм.

Після чорнової обробки здійснюється чистове шліфування двома суміщеними орієнтованими абразивними кругами марок 25A40CM17K, 25A40CM27K, 25A40M37K [9]. При цьому перший круг знімає нерівності на поверхні валка після попередньої грубої чорнової обробки, а другий здійснює чистове шліфування і забезпечує низьку шорсткість обробленої поверхні ( $Ra = 0,63-0,32$  мкм) та високу геометричну точність. Для отримання заданої шорсткості обробленої поверхні валка твердість та зернистість другого круга виби-

раються меншими (зернистість 20-16, твердість M1-M2), ніж у першого (зернистість 40-32, твердість M3-СМ1).

З метою забезпечення шорсткості обробленої поверхні валка  $Ra = 0,32-0,16$  мкм третьій прохід здійснюється алмазним кругом із зернистістю 250/200-160/125. В разі наявності високих вимог до шорсткості обробленої поверхні ( $Ra = 0,16-0,04$  мкм) виконується шліфування торцем алмазного круга, при якому кут між осями обертання круга та деталі відмінний від прямого [3, 10].

При шліфуванні нежорстких циліндричних деталей використовується люнет [11], який забезпечує підвищення точності обробки.

Для перешліфовування валків з криволінійною твірною використовується універсальний шліфувальний верстат [12] з нормальним розташуванням осей інструмента та деталі по координаті обробки.

З метою отримання високих показників точності та якості обробленої поверхні при дослідженні процесу шліфування зі схрещеними осями інструмента та деталі необхідно враховувати фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу, жорсткості системи ВПД та величину зносу інструмента.

Якість поверхневого шару оброблюваних деталей визначається інтенсивними тепловими процесами при шліфуванні, які можуть стати причиною утворення прижогів. Тому при визначенні складових сил різання виникає необхідність врахування зміни фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу при підвищенні температур.

На рис. 5 зображено графік зміни тимчасового опору  $\sigma_t$  сталі 9ХС залежно від температури нагріву  $T$ , отриманий експериментально.

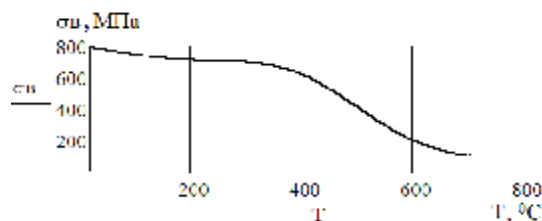


Рис. 5. Залежність тимчасового опору  $\sigma_t$  від величини температури  $T$  для сталі 9ХС

При визначенні складових сил різання врахування теплонапруженості процесу шліфування здійснимо за допомогою напруги зсуву  $\tau_s = f(T)$ , яка залежить від температу-

ри  $T$ . Для цього знайдемо залежність між напругою зсуву  $\tau_s$  та інтенсивністю напруг  $\sigma_{iu}$  при шліфуванні [13]:

$$\tau_s = \frac{\sigma_{iu}}{\sqrt{3}}. \quad (1)$$

Оцінка величини інтенсивності напруг шліфування  $\sigma_{iu}$  при відомих значеннях тимчасового опору  $\sigma_v$  матеріалу в діапазонах температур  $T = 600 \dots 800$  °C здійснюється за допомогою залежності, наведеної в роботі [14]:

$$\sigma_{iu} = \sigma_v \cdot 1,558 \cdot e^{2,34 \cdot 10^{-3} \cdot T}. \quad (2)$$

В області температур  $T = 20 \dots 200$  °C напруга зсуву  $\tau_s$  визначається за наступною залежністю:

$$\tau_s = \sigma_v \cdot 1,04 \cdot e^{2,34 \cdot 10^{-3} \cdot T}. \quad (3)$$

Використовуючи залежності (1–3) та дані графіка тимчасового опору  $\sigma_v$  (рис. 5), побудуємо графік зміни величини напруги зсуву  $\tau_s$  при підвищенні температури  $T$  для сталі 9ХС (рис. 6).

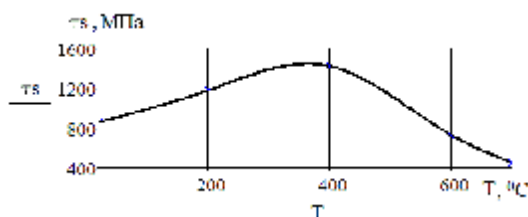


Рис. 6. Залежність напруги зсуву  $\tau_s$  від величини температури  $T$  для сталі 9ХС

Апроксимуючи відношення  $\frac{\tau_s(T)}{\tau_{s20}}$ , де  $\tau_s(T)$  – напруга зсуву при деякому значенні температури  $T$ ,  $\tau_{s20}$  – напруга зсуву при температурі 20 °C, знайдемо коефіцієнт  $k_T$ , який враховуватиме зміну міцності сталі 9ХС при зміні температури:

$$k_T = 7 \cdot 10^{-8} \cdot T^4 - 10^{-4} \cdot T^3 + 0,04 \cdot T^2 - 3,315 \cdot T + 911,9$$

В розрахунках складових сили різання, яка виникає при шліфуванні валка стрічкопрокатного стану зі сталі 9ХС, врахування величини напруги зсуву  $\tau_s(T)$  здійснюється через отриманий коефіцієнт  $k_T$  за залежністю

$$\tau_s(T) = \tau_{s20} \cdot k_T. \quad (4)$$

Для отримання заданої точності обробленої поверхні валка при визначенні складових сили різання враховується жорсткість системи ВПД за допомогою податливості  $y_{eyc} = f(i_d, k_{eyc})$ , яка залежить від лінійного положення точки  $i_d$  на профілі деталі та коефіцієнта статичної податливості  $k_{eyc}$  [15].

Для визначення статичної податливості системи була побудована АФЧХ верстака ВЗ208-Ф3. В результаті розрахунку на ЕОМ отримані графіки АФЧХ для шліфувальної бабки (рис. 7) та бабки виробу (рис. 8).

По АФЧХ встановлені коефіцієнти статичної податливості  $k_{eyc}$ : для шліфувальної бабки  $k_{eyc} = 0,482$  мкм/даН, для бабки виробу  $k_{eyc} = 2,31$  мкм/даН.

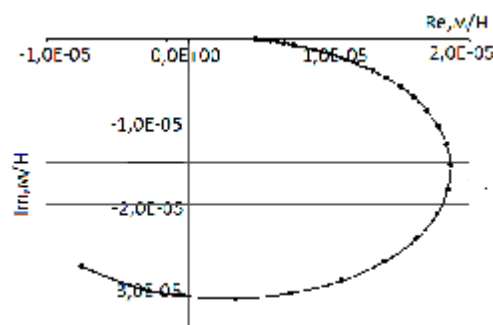


Рис. 7. АФЧХ шліфувальної бабки універсально-заточного напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ208Ф3

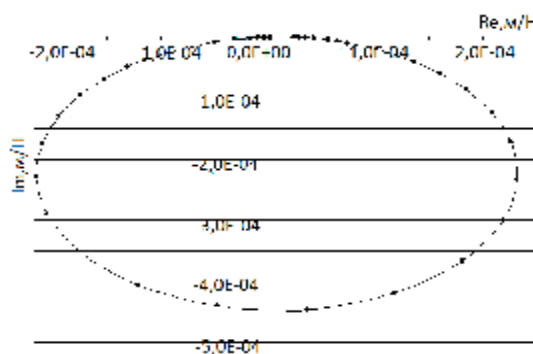


Рис. 8. АФЧХ бабки виробу універсально-заточного напівавтомата з ЧПК моделі ВЗ208Ф3

Причиною зниження точності обробки та виникнення хвилястості на поверхні деталі є знос шліфувального круга та зміна його геометричної форми, яка відбувається в основному внаслідок викришування та виривання абразивних зерен зі зв'язки.

В роботі [10] пропонується проводити оцінювання зносу шліфувального круга через об'ємний знос  $q$ :

$$q = \frac{Q_a}{Q_{yin}}, \quad (5)$$

де  $Q_a$  – об'ємна кількість зношеного абразиву за одиницю часу;

$Q_{yin}$  – швидкість зняття металу за той же час.

Графік розподілу питомої продуктивності шліфування  $Q_{yin}$ , визначеної за методикою [8], при перешліфовуванні валка стрічкопрокатного стану діаметром 40 мм з глибиною обробки  $t = 0,3$  мм, вздовж профілю абразивного круга (координата  $i$ ) діаметром 300 мм і висотою 20 мм, представлений на рис. 9, де ділянка профілю шліфувального круга до координати  $i_{точ}$  відповідає периферії інструмента, яка є чистовою і калібруючою ділянкою; від координати  $i_{точ}$  до  $i_{кин}$  – перехідній радіусній кромці інструмента; після координати  $i_{кин}$  – торцю інструмента, який є чорною ділянкою і зрізує весь основний припуск.

Теоретично розрахований об'ємний знос абразивного круга при перешліфовуванні валка становив  $q = 19,4$ .

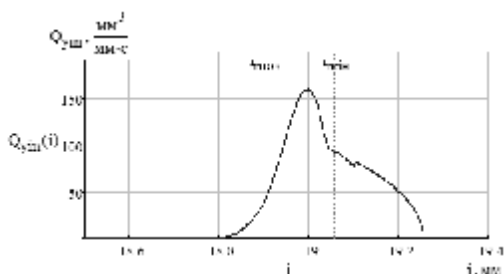


Рис. 9. Питому продуктивності шліфування вздовж профілю абразивного круга при обробці валка стрічкопрокатного стану

В процесі перешліфовування валків відбувається засалювання поверхні круга, стирання абразиву, що викликає зниження різальної здатності інструмента і приводить до підвищення теплонапруженості процесу, і як наслідок – утворення прижогів на поверхнях. Для запобігання утворенню прижогів, відновлення різальних властивостей і геометричної форми шліфувальних кругів та отримання заданих точності і якості оброблюваної поверхні деталі необхідна своєчасна правка інструмента. Так, наприклад, у роботі [16], при шлі-

фуванні важкооброблюваних матеріалів кругами із різними типами зв'язок, запропоновано високоефективний спосіб правки інструментів.

При круглому шліфуванні круг правиться однаково по всій висоті, оскільки неможливо точно визначити положення формуючої ділянки інструмента.

При шліфуванні зі схрещеними осями інструмента та деталі, де чорновий припуск зрізує торець шліфувального круга, а чистова обробка здійснюється широкою розвантаженою ділянкою його периферії, круг правлять по чорновій та чистовій ділянках (торцю та периферії відповідно) окремо. Для калібруючої ділянки (периферія) інструмента, яка забезпечує остаточну точність та якість обробленої поверхні, правку здійснюють із меншим значенням параметра шорсткості, ніж при правці на чорновій ділянці (торець), яка зрізує основний припуск і не впливає на остаточну якість оброблюваної деталі.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Запропоновано високопродуктивний спосіб шліфування валків стрічкопрокатних станів зі схрещеними осями інструмента та деталі, де чорновий припуск зрізує торець шліфувального круга, а чистова обробка і калібрування здійснюються широкою розвантаженою ділянкою його периферії. Перешліфовування валків на необхідний розмір здійснюється в три проходи орієнтованими абразивними і алмазним кругами, що забезпечує підвищення точності та якості оброблених поверхонь.

Для перешліфовування робочих валків стрічкопрокатних станів з криволінійною твірною використовується універсальний шліфувальний верстат [11], який забезпечує орієнтацію шліфувальної бабки в процесі обробки по нормалі до поверхні деталі.

Врахування отриманих коефіцієнтів зміни міцності матеріалу та статичної податливості при визначенні складових сили різання і запропонована окрема правка чорнової (торець) та чистової (периферія) ділянок інструмента із отриманням різних значень параметра шорсткості на відповідних ділянках забезпечують отримання високих точності та якості оброблених поверхонь.

Наведений у роботі спосіб може бути використаний при глибинному шліфуванні циліндричних, ступінчатих і криволінійних поверхонь обертання зі схрещеними осями круга та деталі.

## Список літератури

1. Пермяков А. А. Повышение эффективности предварительного шлифования прокатных валков за счет восстановления режущей способности круга без правки / А. А. Пермяков, А. А. Жижев // Вісник СевНТУ. Серія : Машиноприладобудування та транспорт. – Вип. 118/2011. – Севастополь, 2011. – С. 113–118.
2. Кальченко В. И. Шлифование криволинейных поверхностей крупногабаритных деталей / В. И. Кальченко. – М. : Машиностроение, 1979. – 160 с.
3. Лебедь В. Т. Реинжиниринг крупногабаритных составных изделий на основе групповых технологических процессов разборки – сборки / В. Т. Лебедь, А. Н. Шелковой // Вісник СевНТУ. Серія : Машиноприладобудування та транспорт. – Вип. 150/2014. – Севастополь, 2014. – С. 85–91.
4. Ящерицын П. И. Основы резания материала и режущий инструмент / П. И. Ящерицын, М. Л. Еременко, Н. И. Жигалко. – Минск : Вышейш. школа, 1975. – 528 с.
5. Патент № 50-636 (Япония). Способ правки шлифовального круга / К. К. Тоеда Коки. – опубл. 1976, Бюл. № 8.
6. Авторское свидетельство 1234163 (СССР) Способ круглого шлифования с продольной подачей / В. И. Кальченко. – № 3813415/25-08 ; заявл. 20.11.84 ; опубл. 30.05.86, Бюл. № 20.
7. Quickpoint. Flexible high-performance grinding machine [Просп. фирмы «Junker-maschinen» на станки «Quickpoint 1000», «Quickpoint 3000», «Quickpoint 5000»]. ErwinJunker: Junkerstraße 2. Postfach 25. D 77787. – Nordrash, Germany, 2015. – 12 p.
8. Сіра Н. М. Модульне 3D-моделювання інструментів, процесів зняття припуску та формоутворення при шліфуванні зі схрещеними осями циліндричного вала і абразивного круга / Н. М. Сіра // Технічні науки та технології : наук. журн. – 2016. – № 3 (5). – С. 67–75.
9. Агасарян Р. Р. Абразивная обработка закаленных сталей типа 9Х (На примере обработки рабочих валков холодной прокатки) / Р. Р. Агасарян. – Ереван. Айстан, 1971. – 127 с.
10. Грабченко А. И. Шлифование со скрещивающимися осями инструмента и детали : [монография] / А. И. Грабченко, В. И. Кальченко, В. В. Кальченко. – Чернигов : ЧДТУ, 2009. – 256 с.
11. Патент 47458 (Україна) Люнет з адаптивним керуванням для шліфування нежорстких циліндричних деталей / В. І. Кальченко, В. В. Кальченко, А. О. Корж ; заявник та патентовласник ЧДТУ. – № u200905575 ; заявл. 01.06.2009 ; опубл. 10.02.2010, Бюл. № 3.
12. Патент 60090 (Україна) Пристрій для шліфування криволінійних поверхонь обертання орієнтованим кругом / В. І. Кальченко, В. В. Кальченко, Н. М. Погиба ; заявник та патентовласник ЧДТУ. – № u201013821 ; заявл. 22.11.2010 ; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 11.
13. Корчак С. Н. Производительность процесса шлифования стальных деталей / С. Н. Корчак. – М. : Машиностроение, 1974. – 280 с.
14. Носенко В. А. Шлифование адгезионно-активных металлов / В. А. Носенко. – М. : Машиностроение, 2000. – 262 с.
15. Єрошенко А. М. Теоретичні та експериментальні дослідження процесу шліфування зі схрещеними осями інструмента і деталі з профілем у вигляді дуги кола / А. М. Єрошенко // Вісник Чернігівського державного технологічного університету : зб. – Вип 35. – Чернігів : ЧДТУ, 2008. – С. 5–24.
16. Гусев В. В. Управление режущей способностью алмазных кругов как фактор повышения эффективности шлифования изделий из керамики / В. В. Гусев, Л. П. Калафатова, А. Л. Медведев // Вестник двигателестроения : науч.-техн. журн. – № 1.– Запорожье : Мотор Сич, 2012. – С. 141–146.

## References

1. Permiakov, A. A. and Zhizhev, A. A. (2011) Improving the efficiency of forming rolls pre-grinding by restoring cutting capacity of the wheel without dressing. *Visnyk SevNTU. Serii: Mashynopryladobuduvannia ta transport*, No. 118/2011, pp. 113–118 [in Russian].
2. Kalchenko, V. I. (1979) Grinding of curved surfaces of large parts. Moscow: Mashinostroenie, 160 p. [in Russian].
3. Lebed, V. T. & Shelkovoï, A. N. (2011) Re-engineering of large-scale compound articles on the basis of group technological processes

- of assembling and disassembling. *Visnyk SevNTU. Seriya: Mashynopryladobuduvannia ta transport*, No. 150/2014, pp. 85–91 [in Russian].
4. Iashcheritsyn, P. I., Eremenko, M. L. and Zhigalko, N. I. (1975) Fundamentals of material cutting and cutting tool. Minsk: Vyshejschaya shkola, 528 p. [in Russian].
  5. Toeda Koki, K. K. (1976) A method of dressing wheel grinding. Patent of Japan No. 50-636.
  6. Kalchenko, V. I. (1986) The method of cylindrical grinding with a longitudinal feed. Certificate of authorship of the USSR No. 1234163 [in Russian].
  7. Quickpoint. Flexible high-performance grinding machine. (2015) Junkermaschinen company magazine, ErwinJunker: Junkerstraße 2. Postfach 25. D 77787, Nordrash, Germany, 12 p.
  8. Sira, N. M. (2016) Modular 3D-modeling of tools, processes of stock removal and shaping in grinding with crossed axes of cylindrical shaft and abrasive wheel. *Tekhnichni nauky ta tekhnohii*, No. 3 (5), pp. 67–75 [in Ukrainian].
  9. Agasarian, R. R. (1971) Abrasive machining of hardened steels, such as 9X (On the example of the treatment of working rolls of cold rolling). Yerevan: Aistan, 127 p. [in Russian].
  10. Grabchenko, A. I., Kalchenko, V. I. and Kalchenko, V. V. (2009) Grinding with crossed axes of tool and workpiece. Chernigov: CHDTU, 256 p. [in Russian].
  11. Kalchenko, V. I., Kalchenko, V. V. and Korzh, A. O. (2010). Lunette with adaptive control for grinding of non-rigid cylindrical parts. Patent of Ukraine No. 47458 [in Ukrainian].
  12. Kalchenko, V. I., Kalchenko, V. V. and Pohyba, N. M. (2011) A device for grinding of curved surfaces of revolution by oriented wheel. Patent of Ukraine No. 60090 [in Ukrainian].
  13. Korchak, S. N. (1974) The performance of grinding process of steel parts. Moscow: Mashinostroenie, 280 p. [in Russian].
  14. Nosenko, V. A. (2000) Grinding of adhesively-active metals. Moscow: Mashinostroenie, 262 p. [in Russian].
  15. Yeroshenko, A. M. (2008) Theoretical and experimental studies of the process of grinding with crossed axes of the wheel and tool with a profile in the form of a circle arc. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu*, No. 35, pp. 5–24 [in Ukrainian].
  16. Gusev, V. V., Kalafatova, L. P. and Medvedev, A. L. (2012) The control of cutting ability of diamond wheels as a factor in increasing the efficiency of grinding of ceramics. *Vestnik dvigatelestroeniia*, Zaporozhye: Motor Sich, No. 1, pp. 141–146 [in Russian].

**V. I. Kalchenko**, *Dr.Tech.Sc., professor*,  
e-mail: [kalchenkovi@ukr.net](mailto:kalchenkovi@ukr.net)

**V. V. Kalchenko**, *Dr.Tech.Sc., professor*,  
e-mail: [vykalchenko@rambler.ru](mailto:vykalchenko@rambler.ru)

**A. M. Yeroshenko**, *Ph.D., associate professor*,  
e-mail: [yeroshenkoam@gmail.com](mailto:yeroshenkoam@gmail.com)

**N. M. Sira**, *graduate student*  
e-mail: [nseraya@ukr.net](mailto:nseraya@ukr.net)

Chernihiv National Technological University,  
Shevchenko str., 95, Chernigiv, 14026, Ukraine

## INVESTIGATION OF THE METHOD FOR GRINDING OF THE ROLLS OF ROLLING MILLS WITH CROSSED AXES OF THE TOOL AND WORKPIECE

*The quality of the rolls of rolling mills depends on the quality of products. Worn roll surfaces are reduced by grinding to different size diameters with the purpose to provide high quality and accuracy of their surfaces.*

*The purpose of the work is to ensure high levels of accuracy and quality of machined surfaces of the rolls of rolling mills and to increase grinding performance by utilizing a method with crossed axes of grinding wheel and part.*

*Grinding of the rolls of rolling mill to the required size is carried out in three passes by abrasive and diamond wheels with crossed axes of the tool and workpiece. During the first pass the roughing of the roll by abrasive wheel is done, during the second pass – finishing work by two combined abrasive wheels, during the third pass – the calibration of workpiece surface by diamond wheel.*

*The influence of thermal phenomena and the rigidity of AIDS system on the accuracy and quality of machined surfaces are investigated and the value of the tool wear is calculated. The recovery of cutting wheels properties is provided by their dressing which is performed separately on the face and on the periphery of the tool.*

*As a result, a high-performance method for grinding of the rolls of rolling mills with crossed axes of the workpiece and the tool and dressing (which is performed separately on rough (the end) and finishing (the periphery) areas), which provide improved accuracy and quality of surface, are offered.*

*The method can be used for deep grinding of cylindrical, stepped and curved surfaces of revolution with crossed axes of the wheel and parts.*

**Key words:** rolls, rolling mills, grinding, crossed axes, grinding wheel, diamond grinding wheel, wheel dressing, shear stress, rigidity, wear and tear.

*Статтю представляє В. І. Кальченко, д.т.н., професор, Чернігівський національний технологічний університет.*