

Відновлення обох оксидів у початковому періоді йде одночасно, тоді як за умов змінного температурного режиму спостерігається послідовне відновлення.

### Перелік використаних джерел

1. Grishin A.M., Ivashchenko V.P., Nadtochiy A.A., Shcheglova I.S. Thermodynamic regularities of obtaining spongy ligatures with low carbon content *Теорія та практика металургії*. № 3-5. 2018. С.10-15.
2. Grishin A.M., Simonov V.K., Shcheglova I.S. Physical and chemical background of solid-phase obtaining of Fe-Cr ligature by gas-carbothermic reduction. INFACON XIV – the fourteenth international ferroalloys congress, Ukraine, Kiev, 1-4 June 2015. V. 2. P. 429-435.
3. Simonov V.K., Grishin A.M. Thermodynamic Analysis and the Mechanism of the Solid-Phase Reduction of  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  with Carbon. Part 1. *Russian metallurgy (Metally) Theory of metallurgical Processes*. Vol. 2013. № 6. 2013. С. 425-429. <https://doi.org/10.1134/S0036029513060153>
4. Simonov V.K., Grishin A.M. Thermodynamic Analysis and the Mechanism of the Solid-Phase Reduction of  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  with Carbon. Part 2. *Russian metallurgy (Metally) Theory of metallurgical Processes*. Vol. 2013. № 6. 2013. С. 430-434. <https://doi.org/10.1134/S0036029513060165>

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-7>

## IMPROVEMENT OF THE ROLLING TECHNOLOGY OF COLD-ROLLED STRIPS ON THE PLATE MILL TANDEM 1680

### УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОКАТКИ ХОЛОДНОКАТАНИХ СМУГ НА СТАНІ ТАНДЕМ 1680

**Dobronosov Yu.K.**

*PhD (Engineering),  
Associate Professor,  
LLC “Technical university “Metinvest  
polytechnic”, Zaporizhzhia, Ukraine*

**Доброносів Ю.К.**

*к.т.н., доцент,  
ТОВ «Технічний університет  
«Метінвест політехніка»,  
м. Запоріжжя, Україна*

**Los S.G.**

*student (group 136C-22-1m),  
LLC “Technical university  
“Metinvest polytechnic”,  
Zaporizhzhia, Ukraine*

**Лось С.Г.**

*студент гр. 136П-22-1м,  
ТОВ «Технічний університет  
«Метінвест політехніка»,  
м. Запоріжжя, Україна*

Підвищення ефективності роботи устаткування є актуальним завданням для прокатного виробництва. Для застарілого обладнання,

для якого вичерпані резерви модернізації, вирішення цього завдання можливе за рахунок вдосконалення режимів обтисень. Це безпосередньо відноситься і до безперервного стану холодної прокатки Тандем 1680 Запорізького металургійного комбінату.

Слід вказати, що на деяких станах холодної прокатки досі зустрічаються технологічні режими прокатки з рівномірним розподілом обтисень по клітях і навіть з меншим обтисненням у першій кліті, хоча давно відомо, що при холодній прокатці внаслідок деформаційного зміцнення металу доцільно зменшувати обтиснення від максимуму у першій до мінімуму у останній кліті [1–3]. Однак і в цьому випадку слід раціонально підходити до розподілу обтисень по клітях, щоб забезпечити рівномірне навантаження на конструкцію та приводи робочих клітей.

Метою роботи була оптимізація режимів обтисень при прокатці холоднокатаних смуг на безперервному чотирьохклітьовому стані Тандем 1680. Для цього було розроблено програму на основі скінченно-різницевої моделі холодної прокатки. При цьому для опису механічних властивостей матеріалу використовували поліноміальну залежність опору деформації від обтиснення, а значення коефіцієнтів тертя вибирали на основі досвіду експлуатації обладнання.

У якості цільової функції було обрано рівномірне завантаження робочих клітей силою прокатки. В результаті реалізації програми були розраховані оптимальні режими обтисень. В якості прикладу наведемо результати для прокатки найтоншого для даного стану сортаменту смуги товщиною 0,5 мм, шириною 1000 мм зі сталі 08пс. В цьому випадку оптимальний розподіл обтисень по клітях склав  $\varepsilon_1=0,34$ ;  $\varepsilon_2=0,29$ ;  $\varepsilon_3=0,27$ ;  $\varepsilon_4=0,25$ . Сила прокатки склала 12,5 МН у першій і останній і 12,4 МН у другій і третій клітях при допустимій силі 20 МН, тобто є резерви для додаткової інтенсифікації режимів обтисень за рахунок, наприклад, збільшення товщини заготовки.

Для порівняння було виконано розрахунки для режимів з довільним розподілом обтисень ( $\varepsilon_1=0,4$ ;  $\varepsilon_2=0,3$ ;  $\varepsilon_3=0,25$ ;  $\varepsilon_4=0,21$ ) і з рівномірним розподілом обтисень ( $\varepsilon_1=\varepsilon_2=\varepsilon_3=\varepsilon_4=0,291$ ). У першому випадку розподіли сил прокатки по клітях склали  $P_1=15,6$  МН;  $P_2=13$  МН;  $P_3=11,2$  МН;  $P_4=9,8$  МН, а у другому  $P_1=10,1$  МН;  $P_2=12,3$  МН;  $P_3=12,8$  МН;  $P_4=14$  МН, тобто різниця у силі прокатки між максимально і мінімально завантаженими клітями склала відповідно 37% та 27%, що свідчить про правильність рішення проведення заходів з оптимізації режимів прокатки. При цьому в усіх випадках потужність зростала від першої до останньої кліті внаслідок збільшення швидкостей прокатки, але не перевищувала допустимої.

Аналогічні рішення доцільно провести для всього сортаменту стану Тандем 1680. Розрахунок техніко-економічних показників виробництва

холоднокатаних смуг показав, що запропоновані деформаційно-швидкісні режими забезпечують задану по сортаменту продуктивність.

### Перелік використаних джерел

1. V.L. Mazur Theory and Technology of Sheet Rolling: Numerical Analysis and Applications V.L. Mazur, O.V. Nogovitsyn – CRC Press, 2018. 479 p.

2. Ніколаєв В. О. Технологія виробництва сортового та листового прокату : підручник. Частина II / В. О. Ніколаєв, В. Л. Мазур. Запоріжжя : ЗДІА, 2000. 220 с.

3. Analysis of rolling force in cold rolling mill / Li Y., Jiang Z., Li F. *Revue de Metallurgie*. СІ. 2009. № 2. P. 69–73.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-8>

## INCREASING THE OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF FIREBRICKS ALUMINUM-SILICATE RAW

## ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСНАСТКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВОГНЕТРИВІВ АЛЮМІНО-СИЛКАТНОЇ СИРОВИНИ

**Diachenko A.S.**

*Student (group 132-22-1m),  
LLC "Technical university  
"Metinvest polytechnic",  
Zaporizhzhia, Ukraine*

**Д'яченко А.С.**

*студент гр. 132-22-1м,  
ТОВ «Технічний університет  
«Метінвест політехніка»,  
м. Запоріжжя, Україна*

**Boyko I.O.**

*PhD (Engineering),  
Associate Professor, LLC "Technical  
university "Metinvest polytechnic",  
Zaporizhzhia, Ukraine*

**Бойко І.О.**

*к.т.н., доцент,  
ТОВ «Технічний університет  
«Метінвест політехніка»,  
м. Запоріжжя, Україна*

До вогнетривких відносяться матеріали та вироби, здатні витримувати температуру більше 1580 градусів. В більшості своїй