

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ПРАВКИ ТОВСТИХ ЛИСТІВ З ВИСОКОМІЦНИХ МАРОК СТАЛІ

¹ Донбаська державна машинобудівна академія (м. Краматорськ, Україна)

Анотація. Одним з основних завдань визначення технологічних параметрів листопрямуючої машини (ЛПМ) є визначення максимального перекриття роликів. У відомих роботах по дослідженню виправлення листового металопрокату перекриття роликів задаються на основі опитних даних, що може бути застосовано для правки листів з матеріалу з границею текучості до 800 МПа, а для матеріалів з більшою високою границею текучості вимагає додаткових досліджень. Метою даної роботи є встановлення критеріїв, що впливають на максимально допустиме перекриття робочих роликів ЛПМ і встановлення залежностей для найбільш раціонального налаштування робочих роликів. В рамках роботи було розроблено алгоритм математичної моделі, що дозволяє визначати необхідні для виправлення поздовжньої кривизни технологічні налаштування ЛПМ в залежності від відомих параметрів оброблюваного металу, геометричних параметрів ЛПМ, а також допустимого значення залишкової кривизни листа після правки. На прикладі реалізації розробленої скінченно-елементної моделі процесу правки листів ЛПМ 2850 конструкції НКМЗ було встановлено, що домінуючим впливом при правці листів товщиною менше 6 мм є умова захоплення, а при великих товщинах - умова міцності роликів. При зниженні границі текучості матеріалу або ширини листів це співвідношення буде перерозподілено в сторону умови захоплення.

Ключові слова: листопрямуюча машина, правка листів, скінченно-елементна модель, робочі ролики, технологічні налаштування, умова захоплення, умова міцності, якість правки

Виправлення листів є одним з важливих етапів отримання якісної металопродукції. Підвищення вимог до геометричних характеристик листопрямуючої продукції визначає розвиток листопрямуючих машин з точки зору підвищення ефективності процесу і розширення їх можливостей для реалізації правки листів з високоміцних марок сталей.

При моделюванні правки істотну роль відіграють прийняті граничні умови, до яких відносяться умови тертя, особливості знакозмінної пружно-пластичної деформації і граничні значення обтиснень. В якості методів моделювання правки використовуються чисельні [1] і скінченно-елементні моделі [2] або їх комбінації [3].

Метою даної роботи є визначення технологічних можливостей листопрямуючої машини (ЛПМ) шляхом знаходження максимально можливого перекриття робочих роликів в залежності від оброблюваного сортаменту.

При вирішенні поставлених завдань в якості цільової функції була використана чисельна математична модель процесу правки [3], а також її програмна реалізація, яка дозволяє визначати енергосилові параметри і кривизну листа після правки в залежності від індивідуального налаштування роликів ЛПМ. Також в роботі була використана скінченно-елементна модель правки листів для визначення силових параметрів процесу і виконання умов захоплення.

В рамках роботи було розроблено алгоритм математичної моделі, що дозволяє визначати необхідні для виправлення поздовжньої кривизни технологічні налаштування ЛПМ, який зводиться до визначення координат кожного з рухомих роликів в залежності від відомих параметрів оброблюваного металу, геометричних параметрів ЛПМ, а також допустимого значення залишкової кривизни листа після правки.

Основними факторами, що впливають на максимальне перекриття роликів є: визначення найбільш раціонального закону для індивідуального налаштування роликів за умовою забезпечення мінімальної результуючої кривизни листів не вище необхідної стандартами на якість листа; визначення мінімального перекриття роликів для забезпечення необхідного проникнення пластичної деформації по товщині листа; забезпечення умов захоплення листа

робочими роликми ЛПМ; забезпечення силових параметрів процесу нижче допустимих відповідно до технічної характеристики ЛПМ.

Розроблена методика передбачає успішну правку листа заданого типорозміру якщо виконується умова забезпечення необхідної якості при дотриманні умов захоплення, умови міцності роликів і необхідного рівня проникнення пластичної деформації по товщині листа.

В результаті реалізації запропонованої методики були отримані розрахункові залежності На ЛПМ 2850 конструкції НКМЗ, що показують граничні можливості ЛПМ при максимально можливих для даної товщини межах плинності і ширині. З аналізу отриманих залежностей можна зробити висновок про вплив на граничне перекриття роликів умови захоплення при товщині менше 6 мм і умови міцності при великій товщині прокату. При межах плинності менших максимально допустимих або ширині листа менше максимальної (в даному випадку - 2600 мм) залежність за умовою міцності матиме інший вигляд і при певних умовах обмежуючим фактором може бути умова захоплення. Дані залежності можуть бути використані в якості граничних умов при визначенні технологічних параметрів ЛПМ, а також при проектуванні ЛПМ нових конструкцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 J.-B. Lee and S.-S. Kang, "Numerical Modeling of Roller Leveler for Thick Plate Leveling," *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, vol. 19, no. 3, pp. 425–430, 2018. <https://doi.org/10.1007/s12541-018-0051-x>

2 N. Mathieu, R. Dimitriou, A. Parrico, M. Potier-Ferry and H. Zahrouni, "Flatness defects after bridle rolls: a numerical analysis of levelling," *International Journal of Material Forming*, vol. 6, no. 2, pp. 255–266, 2011. <https://doi.org/10.1007/s12289-011-1083-2>

3 A. V. Barabash, E. Yu. Gavril'chenko, E. P. Gribkov and O. E. Markov, "Straightening of Sheet with Correction of Waviness," *Steel in Translation*, vol. 44, no. 12, pp. 916–920, 2014. <https://doi.org/10.3103/S096709121412002X>

Грибков Едуард Петрович, д-р техн. наук, доцент, завідувач кафедри «Автоматизовані металургійні машини та обладнання», Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, gribkov.eduard@gmail.com

Коваленко Андрій Костянтинович, асистент кафедри «Комп'ютерні інформаційні технології», Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, and2group@gmail.com

Гурковська Світлана Сергіївна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри «Комп'ютерні інформаційні технології», Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, n-s18@ukr.net

Technological modes research of the high-strength steel thick sheet straightening

Abstract. *One of the main tasks to determine the technological settings of the sheet levelling machine is to identify the maximum roll overlap. In the well-known works on the study of sheet metal-roll leveling, the overlaps are set on the basis of experimental data, that is applicable for the leveling sheets from material with the 800 MPa yield strength. But for materials with a higher yield strength additional research is required. The purpose of this work is to establish criteria affecting the maximum allowable overlap for the working rolls by the leveler and to determine the dependencies for the most rational working rolls adjustment. Within the framework of studies, an algorithm of a mathematical model was developed that allows to determine the leveler technological settings necessary for correcting the longitudinal curvature and comes down to determining the aligning coordinates for each of the movable rolls depending on the known characteristics of the metal being processed, the leveler geometric parameters, and the permissible value of the sheet residual curvature after leveling. Using the example of implementing the developed finite element model of the sheet leveling process at the leveler 2850 of NKMZ (Ukraine), it was found that the pickup condition has a dominant influence when leveling sheets with a thickness of less than 6 mm, and with larger thicknesses the condition of the rolls strength is prevailing. With a decrease in the yield strength of the material or the width of the sheets, this ratio will be redistributed towards the pickup condition.*

Keywords: Sheet Straightening Machine, Sheet Leveling, Finite Element Model, Working Rolls, Technological Settings, Capture Condition, Strength Condition, Leveling Quality

Gribkov Eduard, DSc, Assoc. Prof., Head of the Department "Automated Metallurgical Machines and Equipment", Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, gribkov.eduard@gmail.com

Kovalenko Andrii, Assistant of the Department "Computer Information Technologies", Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, and2group@gmail.com

Hurkovskaya Svetlana, PhD, Assoc. Prof., Assoc. Prof. of the Department "Computer Information Technologies", Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk., n-s18@ukr.net