

УДК 621.771.01; 004.942

Грибков Е.П., докт. техн. наук, професор,
Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, gribkov.eduard@gmail.com
Івчик Р.С.,
ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод», м. Краматорськ, bhps@nkmz.donetsk.ua
Сун Сяо Фен,
ТОВ «Китайська машинобудівна інжинірингова корпорація», 149663181@qq.com

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПРАВКИ ЛИСТІВ

Кінцевою стадією обробки листового металопрокату є правлення, котре в значній мірі визначає якість продукції. Ця операція може бути здійснена на багатороликових листопрямильних машинах або на листопрямильному пресі. Останній є більш вигідним при невеликих об'ємах виробництва, так як має меншу металоємність, але має й меншу продуктивність.

Основною задачею при моделюванні процесів правлення листів на пресі є технологічна, а саме визначення оптимальних технологічних режимів для досягнення якомога більшої площинності прокату та конструкторська – визначення оптимальних конструктивних параметрів листопрямильного обладнання за критеріями мінімальної металоємності та максимальної ефективності процесу правлення.

В якості методів моделювання правлення використовуються аналітичні [1] і скінченно-елементні моделі [2] або їх комбінації [3, 4]. Аналітичні моделі мають високу швидкодію, що дозволяє їх використовувати в автоматичній системі управління. Скінченно-елементні моделі вимагають великих витрат машинного часу на розрахунок, але дозволяють отримувати точніші результати з широким урахуванням впливу факторів на процес.

В рамках роботи було розроблено алгоритм математичної моделі, що дозволяє визначати необхідні для виправлення поздовжньої кривизни технологічні налаштування як багатороликової листопрямильної машини (ЛПМ), так й листопрямильного пресу (ЛПП), який зводиться до визначення координат кожного з рухомих роликів або пуансонів в залежності від відомих параметрів оброблюваного металу, геометричних параметрів машини, а також допустимого значення залишкової кривизни листа після правки.

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.

Метою роботи є зниження витрат у часі на проектування процесів виправлення листів на основі автоматизації розрахунків технологічних параметрів процесу правки.

Грунтуючись на зазначених передумовах, отриманих з досвіду експлуатації був розроблений наступний алгоритм автоматизованого проектування технологічних налаштувань ЛПМ: На першому етапі для всього циклу проектування все нижні ролики лежать в одній площині на рівні правки, а верхні ролики встановлюються на відстані від нижніх, рівному товщині листа. На другому етапі перший ролик залишається без змін, а наступні верхні ролики, починаючи з 5-го, опускаються на величину, рівну розрахунковому прогину f_3 . Третій етап полягає в моделюванні процесу правки для отриманих координат правильних роликів. Відбувається перевірка, яка полягає в наступному: коли кривизна металу на виході з машини менше або дорівнює допустимій, проектування завершується, настройка вважається прийнятною. Якщо ж кривизна листа на виході з листопрямильної машини перевищує допустиме значення, то ролики № 1 і 3 залишаються на місці, а верхні ролики, починаючи з № 5, починають піднімати на величину, рівну точності позиціонування осей роликів наявним натискним механізмом (рис. 1). Для отриманих координат знову проводиться розрахунок поки не буде виконана умова якості листа або налаштування передостаннього ролика не стане рівним налаштуванню останнього.

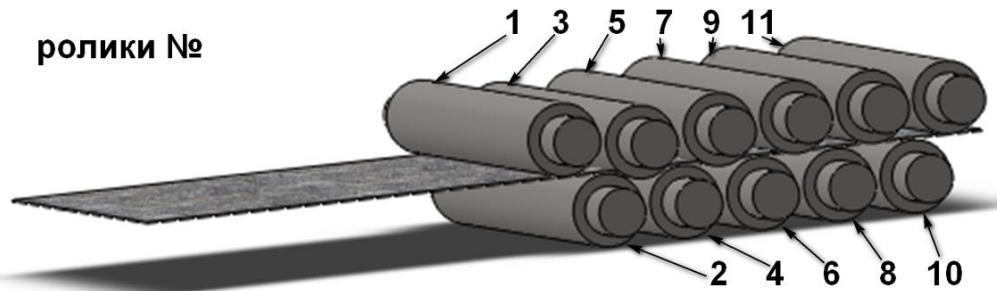


Рис. 1 – Розрахункова схема до алгоритму автоматизованого проектування технологічної настройки багатороликової листопрямуючої машини

Аналогічна методика була розроблена для виправлення листів на пресі. Однак в цьому випадку переміщується один пуансон, а інші – нерухомі. Тобто задача з одного боку простіша, але окрім ходу пуансону ще потрібно знайти раціональне розміщення нижніх пуансонів, тобто їхній крок, що є з одних параметрів машини. Методика в такому разі включала дві ітераційні процедури: пошук ходу верхнього робочого пуансону і пошук кроку нижніх пуансонів.

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.

Також в якості прикладу був виконаний розрахунок для 50 тонного ЛПП величини згину сталюого 50-міліметрового листа на 45, 50 та 55 мм. З аналізу отриманих залежностей встановлено, що від величини деформації при правленні напруження змінюються незначно, в той час деформація змінюється на значну величину. Сила правлення практично остається на одному рівні. Кривизна листа, в даному випадку висота хвилі на крок пуансонів, має мінімальну величину при деформації листа 50 мм. При меншій або більшій деформації остаточна кривизна збільшується. Тобто раціональний режим правлення знаходиться при переміщенні верхнього пуансону на 50 мм.

Список посилань

- 1 Lee J.-B., Kang S.-S. Numerical Modeling of Roller Leveler for Thick Plate Leveling // International Journal of Precision Engineering and Manufacturing. – 2018. – vol. 19, no. 3. P. 425–430. Mode of access: <https://doi.org/10.1007/s12541-018-0051-x>
- 2 Mathieu N., Dimitriou R., Parrico A., Potier-Ferry M., Zahrouni H. Flatness defects after bridle rolls: a numerical analysis of levelling // International Journal of Material Forming. – 2011. – vol. 6, no. 2, P. 255–266. Mode of access: <https://doi.org/10.1007/s12289-011-1083-2>
- 3 Barabash A. V., Gavril'chenko E. Yu., Gribkov E. P., Markov O. E. Straightening of Sheet with Correction of Waviness // Steel in Translation. – 2014. – vol. 44, no. 12, P. 916–920. Mode of access: <https://doi.org/10.3103/S096709121412002X>
- 4 Dratz B., Nalewajk V., Bikard J., Chastel Y. Testing and modelling the behaviour of steel sheets for roll levelling applications // International Journal of Material Forming. – 2009. – vol. 2, P. 519–522. Mode of access: <https://doi.org/10.1007/s12289-009-0560-3>