СЕКЦІЯ XIV. ЗАГАЛЬНА МЕХАНІКА ТА МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

DOI 10.62731/mcnd-26.12.2025.002

АНАЛІЗ ВПЛИВУ РІЗНИХ СПОСОБІВ ПРАВКИ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛИСТІВ

Пожидаєв Андрій Вікторович
ORCID ID: 0009-0008-2323-4914
аспірант кафедри Автоматизації виробничих процесів
Донбаська державна машинобудівна академія, Україна

Науковий керівник: Бережна Олена Валеріївна
ORCID ID: 0000-0001-6205-1987
д-р. техн. наук, проф., проф. кафедри Автоматизації виробничих процесів
Донбаська державна машинобудівна академія, Україна

Металургійна галузь України є одним із головних локомотивів економіки країни. Тому удосконалення технологічних процесів та обладнання металургійного комплексу є актуальним завданням в умовах жорсткої конкуренції із провідними західними компаніями задля забезпечення надійного портфелю замовлень як на сьогодні так і в майбутньому.

Виробництво листового прокату високої площинності є важливою стадією сучасних металургійних технологій, що безпосередньо впливає на якість кінцевих продуктів для автомобілебудування, машинобудування та побутової техніки. Основною метою правки є усунення геометричних дефектів, таких як хвилястість, вигини в поздовжньому та поперечному напрямках, а також розподіл залишкових внутрішніх напружень після прокату або різання.

Процес правки листів на листоправильних машинах може здійснюватися як багаторазовим знакозмінним вигином смуги між розташованими в шаховому порядку робочими роликами так і правку розтягуванням у розтяжних машинах або комбінацією цих процесів.

Відмінність виправлення вигином від розтягу полягає у тому що при правці вигином максимальну витяжку одержують зовнішні шари, тоді як при розтягуванні витяжка рівномірна по всьому перерізу смуги.

Для листів товщиною до 1 мм найбільш перспективною є комбінована технологія правки згином з розтягом.

Вплив правки методом розтягу зі згином на характеристики міцності холоднокатаної сталі займався Себастьян Меллер у роботі [1] він дійшов висновку що пластичні деформації, спричинені змінними навантаженнями в процесі правки, призводять до досягнення бажаної площинності, але водночас викликають додаткові зміни механічних властивостей матеріалу.

Він дослідив вплив різного ступеня натяжіння при правці розтягом зі згином від 0,125 % до 1 % з шагом 0,25 % та дійшов висновку що зі збільшенням ступеня натяжіння межа міцності збільшується від 5 до 10 МПа, причому більша величина дорівнює товщині смуги 5 мм, менша 1 мм.

Експерименти проведені Д. Харангозу у роботі [2] показали, що правка смуг з алюмінію збільшує межу плинності листа на 14-18%, тоді як зменшує його відносне подовження на 1-3% і показник зміцнення на 15%.

Він розробив модель правки листів яка дозволяє виконувати правку з мінімальним впливом на властивості та розміри листа. У ході роботи він дійшов висновку що правка роликами зі згином спричиняє пластичну деформацію 1–4 % на поверхні листа, що еквівалентно частці пластичної зони, яка охоплює 70–95 % загального перерізу листа. Зміцнення, зумовлене пластичною деформацією, призводить до підвищення межі текучості виправлених зразків порівняно зі зразками без правки. Водночас межа міцності суттєво не змінюється, оскільки величина деформації є дуже малою.

Хуей-Фень Чай у роботі [3] займався дослідженням зміни властивостей низьковуглецевих сплавів від режимів правки знакозмінним вигином. За допомогою просвічувальної електронної мікроскопії було досліджено, як механічні результати, так і дефектну структуру матеріалу. Було виявлено, що циклічне розміцнення та повзучість відбуваються паралельно. Розміцнення пов'язане із взаємною анігіляцією дислокацій, парних по знаку, та перегрупуванням залишкових дислокацій у низькоенергетичні структури.

Він дійшов висновку, що змінні навантаження розтягування та стиснення, які також присутні в процесі правки, можуть призвести до розміцнення низьковуглецевих сталей.

Таким чином можна зробити висновок: що правка методом згином з натяжінням зі збільшенням ступеня розтягу збільшує межу міцності холоднокатаної низьковуглецевої сталі від 5 до 10 МПа [1]; правка роликами зі згином смуг з алюмінію збільшує межу плинності листа на 14-18%, тоді як зменшує його відносне подовження на 1-3% і показник зміцнення на 15% [2]; правка знакозмінним вигином призводить до розміцнення низьковуглецевих сталей за рахунок зміни навантаження розтягування та стиснення [3].

Автори досліджували вплив режимів правки на механічні властивості листів якоїсь однієї марки сталі або сплаву, та невизначеними залишились питання впливу різних процесів правлення на високоміцні низьколеговані сталі та вплив правки розтягом зі згином алюмінієвих сплавів, що є актуальною темою подальших досліджень.

Список використаних джерел:

1. Möller S., Nouskalis D., Ehmke B. Effects of stretch-bending straightening on the tensile properties of cold rolled packaging steel. *Metals*. 2024. Vol. 14. no. 11. art. 1203. DOI: https://doi.org/10.3390/met14111203.
2. Harangozó D., Czinege I. Effect of roller levelling on tensile properties of aluminum sheets. *Materials.* 2023. Vol. 16 (8) p. 3001.
3. Chai H., Laird C. Mechanisms of cyclic softening and cyclic creep in low carbon steel. *Mater. Sci. Eng.* 1987. Vol. 93. p. 159–174.