

7. Zhao, H. X.; Zhou, F. S.; Ma, C. F.; Wei, Z. J.; Long, W. J. Bonding mechanism and process characteristics of special polymers applied in pelletizing binders. *Coatings*. 2022. Vol. 12. Iss. 11. Article 1618. 19 p.

8. Claremboux, V., Kawatra, S. K. Iron ore pelletization: Part III. organic binders. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*. 2023. Vol. 44. Iss. 2. P. 134–154.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-414-6-4>

**IMPROVEMENT OF THE COLD ROLLING TECHNOLOGY
OF THE HEADQUARTES TAKING INTO ACCOUNT
THE ANISOTROPY OF THE PLASTIC FLOW
OF LOW-ALLOY STILLS**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХОЛОДНОГО
ПРОКАТУВАННЯ ШТАБ З УРАХУВАННЯМ АНИЗОТРОПІЇ
ПЛАСТИЧНОЇ ТЕЧІЇ НИЗЬКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЕЙ**

Yakovlev D. V.

*Postgraduate Student at the Department
of “Metallurgical technologies, ecology
and technogenic safety”
Zaporizhia National University
Zaporizhzhia, Ukraine*

Яковлев Д. В.

*аспірант кафедри «Металургійних
технологій, екології та техногенної
безпеки» Запорізький національний
університет
м. Запоріжжя, Україна*

Розвиток металургійної промисловості постійно ставить нові завдання з підвищення продуктивності металургійних машин та агрегатів, економії матеріальних та енергетичних ресурсів, що потребує подальшого дослідження та удосконалення технологічних процесів металургійного виробництва.

Холодне прокатування є одним із найважливіших процесів виробництва сталевих матеріалів, особливо низьколегованих сталей. Цей процес використовується до виготовлення різноманітних металевих виробів, таких як листи, стрічки, штаби, труби та профілі. Однак, при холодному прокатуванні низьколегованих сталей виникає проблема анізотропії пластичної течії, яка може призвести до недоліків у властивостях кінцевого продукту.

Анізотропія пластичної течії визначається нерівномірністю розподілу деформації в матеріалі під час прокатування. Це може

наводити до зміни механічних властивостей матеріалу залежно від напрямку деформації. Це особливо важливо для виробництва високоточних деталей, де однакова міцність у всіх напрямках є критичною.

Спеціальні режими прокатування можуть бути використані в різних галузях, таких як виробництво металевих виробів, обробка матеріалів, а також у важкій промисловості. Деякі з них включають:

1. *Гаряче прокатування.* Використовується для виробництва сталевих або інших металевих виробів, коли матеріал нагрівається до високої температури та прокочується через валкові стани, щоб отримати бажану форму та розмір.

2. *Холодне прокатування.* Використовується для виробництва тонких металевих листів або стрічок, коли матеріал прокочується через валкові стани при низьких температурах для отримання бажаної товщини та поверхневого фінішу.

3. *Прокатування профілюваних виробів.* Використовується для виробництва металевих профілів, таких як балки, кути, труби тощо, коли матеріал прокочується через валкові стани з вирізаними відповідними профільними формами.

4. *Екструдкування.* Використовується для обробки пластичних матеріалів, коли матеріал піддається тиску та прокочується через витисну форму для отримання бажаної форми та розміру.

Ці спеціальні режими прокатування використовуються для виробництва різноманітних продуктів у промисловості та металообробці.

Для вирішення цієї проблеми важливо вдосконалювати технологію холодного прокатування штаб. Одним зі способів досягнення цієї мети є застосування спеціальних методів обробки матеріалу, які дозволяють зменшити анізотропію пластичної течії. Наприклад, використання спеціальних режимів прокатування, які дозволяють зменшити величину деформації в матеріалі, може призвести до зниження анізотропії.

Дослідження процесу холодного прокатування штабів і виявило витрати енергії на перетворення в осередку деформації. Методика дослідження ґрунтується на використанні теоретичних і експериментальних методів дослідження, що базуються на застосуванні фундаментальних положень теорії обробки металів тиском. У результаті дослідження осередку деформації, що утворюється при холодному прокатуванні, було складено нову методику визначення витрат енергії на процес, що дозволяє визначити раціональні режими обробки, які забезпечують зменшення витрат енергії. Було визначено кількість енергії, що надійшла до осередку деформації при прокатуванні, яка складається з теплоти заготовки, механічної енергії валків, потенційної зовнішньої поверхні, міцності металу та витрати енергії, що складаються з теплоти розкату, кінетична розкату, потенційна зовнішньої поверхні та міцності металу і роботи деформації. У дослідженнях

змінювали величину обтиснення металу при обробці, швидкість прокатування, внаслідок чого змінювалися границя течії металу і витрати енергії на процес. Виявлено, що збалансувати прихід та витрати енергії можна збільшенням температури в осередку деформації – при цьому зростає тепловміст металу без зростання його міцності у випадку холодного прокатування. Тому зразу після входу штаби в осередок деформації формується фізичний стан металу і його реологічні властивості перед подовженням його та розширенням. Розрахований енергетичний баланс осередку деформації показав, що під час холодного і теплового прокатування прихід енергії перевищує його витрати. Надлишок енергії в осередку деформації на виході з нього у вигляді теплоти, обумовлений значною мірою методикою складення енергетичного балансу, призводить до завищення температури металу. Це ще раз підтверджує, що збалансування відбувається за рахунок підвищення температури в осередку деформації.

Крім того, важливо вдосконалювати контрольний та регулюючий обладнання на об'єктах холодного прокатування. Застосування сучасних систем автоматизації та контролю процесу прокатування дозволяє забезпечити більш точну та однорідну деформацію матеріалу, що в свою чергу допомагає зменшити анізотропію пластичної течії.

Застосування сучасних систем автоматизації та контролю процесу прокатування є важливим етапом в удосконаленні виробництва металевих виробів. Прокатування є одним з основних процесів обробки металу, що застосовується у виробництві різноманітних виробів, від автомобільних деталей до будівельних матеріалів. Застосування сучасних систем автоматизації та контролю дозволяє підвищити продуктивність, покращити якість вироблених матеріалів та знизити витрати виробництва.

Однією з ключових переваг використання сучасних систем автоматизації є підвищення продуктивності. Автоматизація процесу прокатування дозволяє зменшити час, необхідний для виготовлення продукції, та збільшити кількість вироблених виробів за одиницю часу. Це досягається завдяки автоматизованому керуванню обладнанням, яке забезпечує більш ефективну роботу виробничих ліній та мінімізує витрати на людський фактор.

Крім того, сучасні системи автоматизації дозволяють покращити якість виготовленої продукції. Автоматизоване керування процесом прокатування дозволяє забезпечити більш точну та однорідну деформацію матеріалу, що в свою чергу призводить до підвищення якості кінцевого продукту. Крім того, автоматизовані системи контролю дозволяють вчасно виявляти та усувати будь-які дефекти виробів, що також позитивно впливає на якість продукції.

Застосування сучасних систем автоматизації також дозволяє знизити витрати виробництва. Це досягається завдяки оптимізації процесів, зменшенню витрат на енергію та матеріали, а також зниженню відходів та відмов від бракованих виробів завдяки вчасному виявленню та усуненню дефектів.

Отже, застосування сучасних систем автоматизації та контролю процесу прокатування є важливим кроком у розвитку виробництва металевих виробів. Ці системи дозволяють підвищити продуктивність, покращити якість продукції та знизити витрати виробництва, що в свою чергу сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємства на ринку.

Таким чином, удосконалення технології холодного прокатування штаб з урахуванням анизотропії пластичної течії низьколегованих сталей є важливим завданням для підвищення якості та надійності вироблених металевих виробів.

Застосування новітніх методів обробки матеріалу та сучасного обладнання дозволить зменшити анизотропію та забезпечити однорідність властивостей матеріалу в усіх напрямках, що в свою чергу позитивно позначиться на якості та конкурентоздатності виробленої продукції.

Література:

1. Belokon Y., Yavtushenko A., Prochenko V., Bondarenko Y., Cheilytko A. Mathematical Modeling of Physical Properties of Anisotropic Materials Metal 2020-29th International Conference on Metallurgy of Materials, Conference Proceedings, 2020. С. 440–445.
2. Sereda, B., Bondarenko, Y., Sereda, D. Multicomponent saturing of titan alloys by SHS. In: Materials Science and Technology Conference and Exhibition. 2011. Columbus: MS&T. Pp. 1715–1720.
3. Kocks, U. F., Tome, C. N., Wenk, H. R. Texture and Anisotropy. Cambridge : Cambridge University Press, 1998.
4. Чубенко В. А., Хіноцька А. А. Дослідження об'ємноструктурних і енергетичних перетворень в сталях при прокатуванні : монографія. Кривий Ріг : Видавець ФОП Чернявський Д. О., 2018. 178 с.