

Дослідження теплового стану штаби при прокатці

Тришевський О.І. докт. техн. наук, Салтавець М.В., інженер

*(Харківський національний технічний університет сільського господарства
ім.П.Василенка, ХНТУСГ)*

Представлено результати математичного моделювання теплового стану штаби в чорновій кліті стану 2250 Алчевського металургійного комбінату, в чорновій і чистовій групі клітей на станах 1700 та 3000 ОАО "Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча".

Введення. Актуальне завдання нарощування обсягів випуску прокатної продукції зажадало від металургів неодноразової зміни і удосконалення технологій гарячої прокатки штаби, що застосовуються. Економічна криза 90-х років минулого століття зумовила появу технологій, що забезпечують істотне скорочення витрат на виробництво продукції, у тому числі за рахунок вдосконалення та розвитку систем водопостачання прокатних станів нового покоління.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної технічної літератури [1-3] показав, що на сьогоднішній день через відсутність єдиної думки з приводу теплових процесів, що мають місце на прокатних станах, конструктивне виконання систем подачі води для охолодження валків і штаби відрізняється значною різноманітністю, недостатньою обґрунтованістю використання окремих схем і вимагає подальшого вдосконалення.

Постановка проблеми. Для оцінки можливості реконструкції та вдосконалення систем водопостачання за критерієм енергетичних витрат необхідно мати науково обґрунтовану методику розрахунку кількості води, яка буде використовуватися при тій чи іншій технології. Традиційно кількість води для систем водопостачання прокатних станів визначали на основі натурних

експериментів на існуючому обладнанні. Це тривалий процес, що вимагає великих витрат, при якому можливі аварії та зупинки виробництва внаслідок поломки обладнання при проведенні експериментальних робіт.

У зв'язку з цим одним з істотних аспектів вирішення цієї проблеми є необхідність розрахунків потрібної кількості води для водопостачання станів ще на етапі їх проектування або реконструкції. Подібні розрахунки можуть бути зроблені тільки на основі апробованих математичних моделей теплових процесів, що відбуваються в системі штаба - валок [4-5].

Слід відмітити, що у разі наявності технологічного процесу і обладнання для його реалізації процес перевірки достовірності результатів вказаних теоретичних досліджень спрощувався би, бо вони могли бути співставлені з даними, отриманими експериментальним шляхом на існуючому обладнанні.

Але, на жаль, прокатне обладнання V покоління, необхідне для перевірки результатів теоретичних досліджень інтенсивного теплообміну у системі штаба, що прокатується, – валки в Україні відсутні. Є тільки змога порівняти результати частини теоретичних досліджень з даними експериментальних досліджень, що отримані на станах попередніх поколінь.

При прокатці тепло, отримане металом під час нагріву у печах, передається оточуючому середовищу, технологічному інструменту (валкам) і воді на ділянці прискореного охолодження. Тепло, що було передано валкам, у свою чергу повинно бути передано воді під час охолодження, бо валки при підвищених температурах втрачають твердість і починають швидко зношуватися, або ламатися. Таким чином, визначення теплового поля штаби під час прокатки має дуже велике значення, бо воно несе інформацію про тепло, що було передано валкам і в певній мірі визначає їх тепловий стан.

На рис. 1. представлено результати математичного моделювання теплового стану при прокатці заготовки для листа 5x2000x11000 із сталі Ст.3 сп в чорновій клітці стану 2250 Алчевського металургійного комбінату. Цей стан вибрано в якості базового, бо на ньому, з метою з'ясування причин поломок валків, був виконаний комплекс досліджень, отримано великий обсяг фактичних експериментальних даних [6].

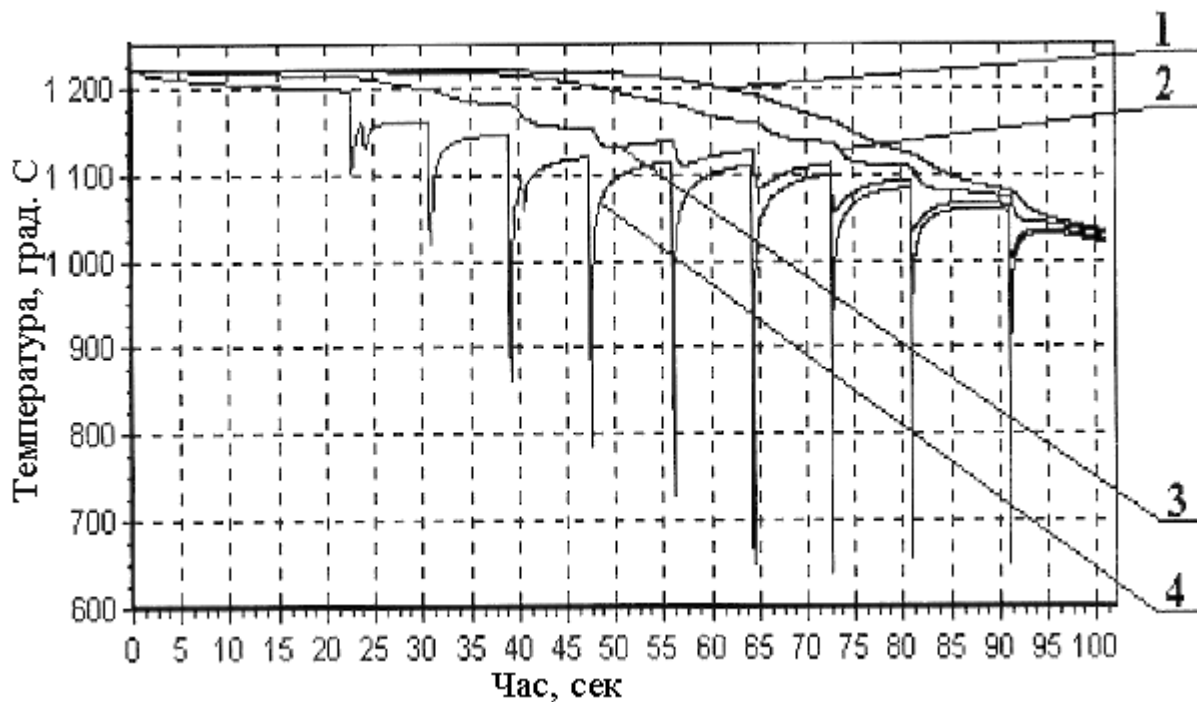


Рис. 1. Залежність температури штаби від часу в чорновій кліті.

1 - у середині штаби; 2 - на відстані $0,3H$ від поверхні штаби у кожному проході; 3 - на відстані $0,15H$ від поверхні штаби у кожному проході; 4 - на поверхні штаби; де H - це загальна товщина слябу у проході.

Температура поверхні штаби за рахунок теплообміну з оточуючим середовищем знижується на 25°C під час транспортування його на рольгангу від печі до чорнової кліті і становить 1200°C . Під час першого проходження температура поверхні знижується на 100°C . Таке відносно невелике зниження температури поверхні під час контакту штаби з валками обумовлено товстим шаром окалини, яка заважає теплообміну штаби з валками.

При другому проході товщина шару окалини, що утворилася на поверхні штаби між проходженнями, вже менша ніж була, і тому падіння температури поверхні при контакті штаби з валками збільшується в 1,5 рази (~ на 150°C).

Подальший процес падіння температури поверхні штаби має місце у всіх проходженнях і залежить від умов теплообміну штаби з валками (товщини окалини) та часу такого теплообміну. Процес відігрівання поверхні штаби між проходженнями йде за рахунок тепла, що надходить з шарів розташованих ближче до середини слябу, котрі мають більш високу температуру.

Коливання температури у підповерхневих шарах штаби помітно тим краще, чим ближче розташований цей шар до поверхні штаби. На рис. 1 видно, як із зменшенням товщини слябу і приближенням підповерхневих шарів до поверхні штаби, характер зміни їх температури починає відбивати зміни, які мають місце на поверхні штаби. Це добре видно для шару, який розташований на відстані 0,15 Н від поверхні.

Температура середини слябу залишається практично постійною - 1225°C і тільки після четвертого проходу починає знижуватися. Після сьомого проходу вже помітно коливання температури середини слябу між проходами.

Перепад температур по перерізу слябу змінюється від початку і до кінця прокатки в чорновій кліті. Максимальне значення перепаду температур має місце у шостому проході: температура середини слябу становить 1190°C, а температура поверхні слябу на виході із зони деформації становить 650°C.

Таким чином, перепад температур - 540°C. Це і є те тепло, що потім необхідно буде відводити від валка водою із застосуванням системи охолодження.

Використання слябів меншої товщини дозволяє зменшити час нагріву штаби в печах і кількість газу, що йде на нагрів. Менша товщина слябу потребує меншої кількості проходів (б) і, відповідно, менших витрат енергії на деформування штаби. На рис. 2. представлено тепловий стан штаб при прокатці в чорновій і чистовій групі клітей на стані 1700 ОАО "Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча".

Як і на стані 2250 АМК (рис. 1), температура поверхні штаби зменшується з 1220 °С до 1055 °С після останнього чорнового проходу. Наявність гідрозмиву окалини перед першим проходом, а також зразу за ним суттєво зменшує товщину окалини перед другим проходом. Внаслідок відсутності теплоізоляційного прошарку окалини між металом і валками маємо значне падіння температури поверхні штаби у другому проході - на 420 °С. Це значно більше, ніж на стані 2250 АМК(150°C).

У третьому проході падіння температури поверхні штаби становить 400°C. Маючи ці данні можемо стверджувати, що валки першої і другої клітей (другий і третій прохід) чорнової групи стану 1700 ОАО "ММК ім. Ілліча" потребують ефективної системи охолодження валків.

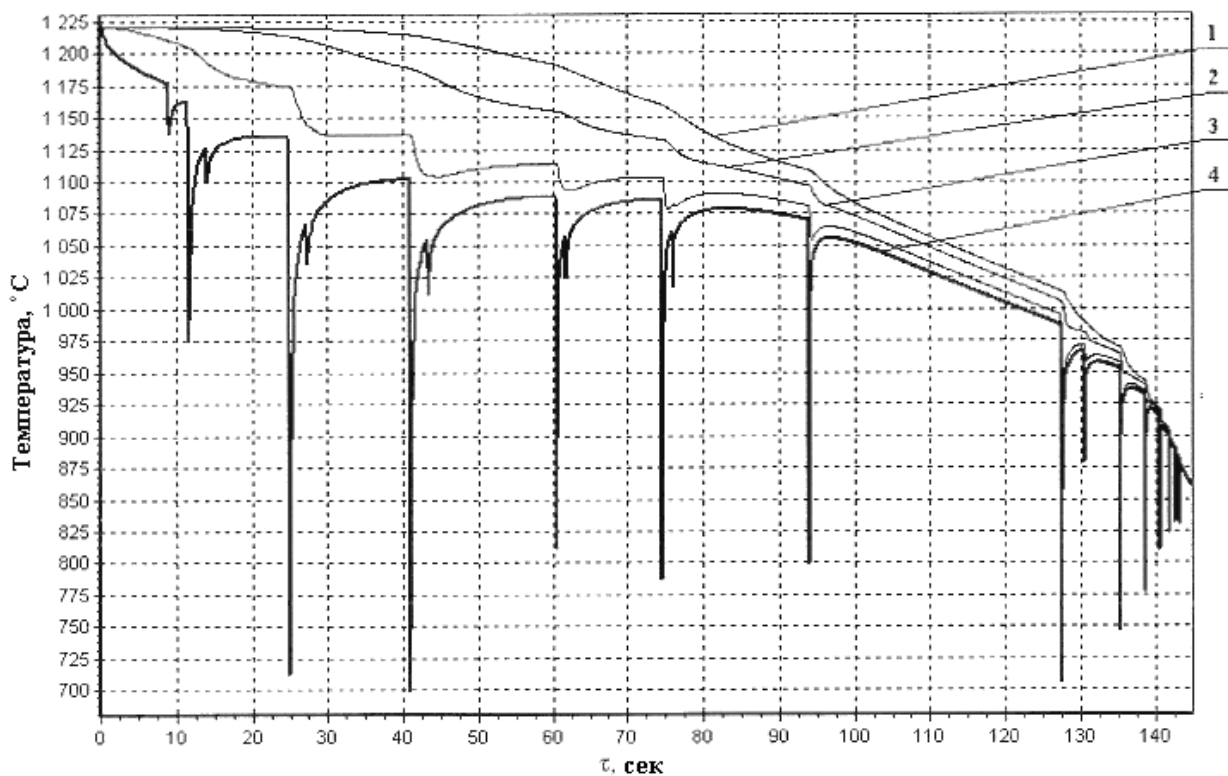


Рис. 2. Температурне поле штаби при прокатці в чорновій і чистовій групах клітей стана 1700 ОАО „ММК ім. Ілліча

1 – у середині штаби; 2 – на відстані 0,3 Н від поверхні штаби у кожному проході; 3 – на відстані 0,015 Н від поверхні штаби у кожному проході; 4 – на поверхні штаби

Як видно з рішення задачі (рис. 2), на ділянці довжиною 93 м, між чорною та чистовою групами клітей температура штаби зменшується на 70°C.

У чистовій групі, найбільше падіння температури поверхні має місце у першій кліті кварто (275°C) і зменшується до 40°C в останньому проході. Це обумовлено зменшенням обтиснень по проходах для зниження навантаження на валки і, відповідно, зменшення часу контакту штаби з валками з 0,043 с до 0,001 с.

Бажання зменшити витрати енергоресурсів привело до появи регламентованої, або феритної прокатки. Ця технологія передбачає примусове охолодження штаби після прокатки в чорновій кліті до 780 °С перед чистовою кліттю. На рис. 3 представлено результати математичного моделювання теплового стану штаби на стані 3000 ОАО "ММК ім. Ілліча" при використанні більш сучасної технології - регламентованої прокатки.

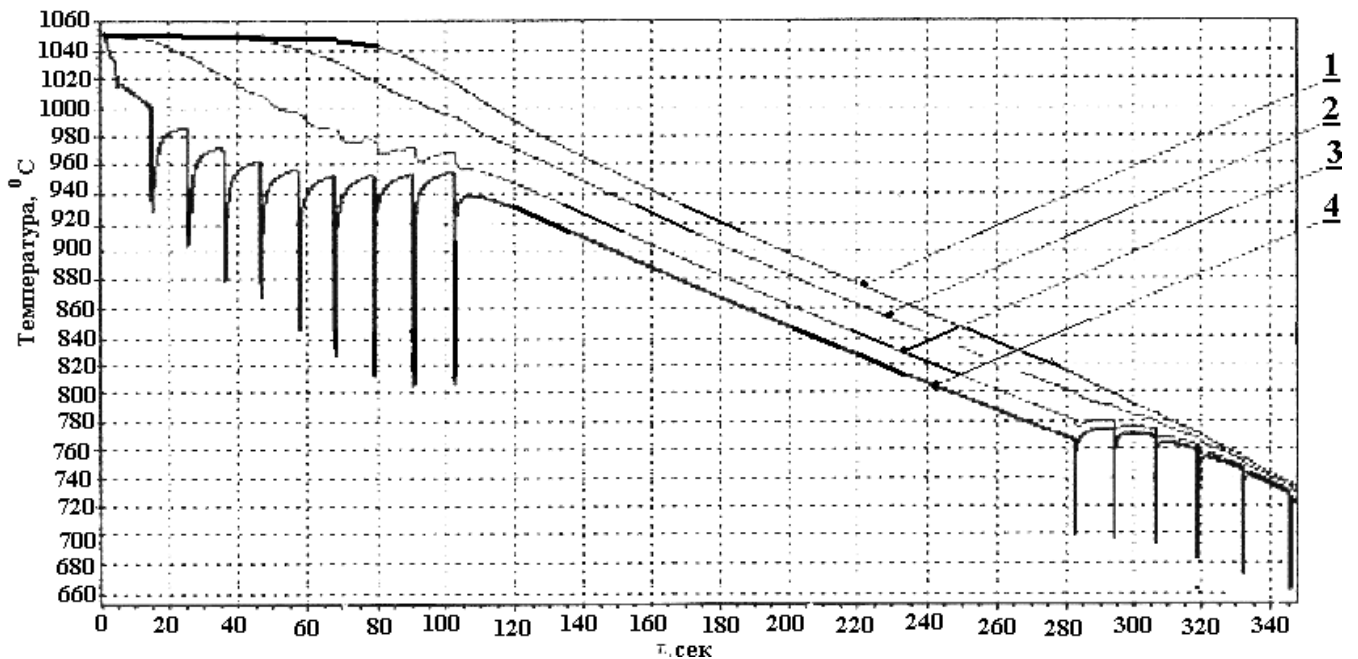


Рис.3. Температурне поле штаби при прокатці в чорновій і чистовій групах клітей стану 3000 ОАО „ММК ім. Ілліча

1 – у середині штаби; 2 – на відстані 0,3 Н від поверхні штаби у кожному проході; 3 – на відстані 0,0,15 Н від поверхні штаби у кожному проході; 4 – на поверхні штаби

У випадку регламентованої прокатки температура нагріву штаби зменшується з 1220 °С до 1050 °С, що дає значну економію газу. Для зменшення температури штаби перед прокаткою і чистовій кліті на стані 3000 ОАО "ММК ім. Ілліча" передбачено примусове охолодження штаби. Ця технологія (1985 року) вже схожа на новітню технологію (2000 року) надшвидкісного охолодження штаби перед чистовою групою клітей. Для цього стану є можливість спроектувати установку надшвидкісного охолодження при умові виконання теоретичних і експериментальних досліджень процесу надшвидкісного охолодження штаби. Впровадження надшвидкісного охолодження на цьому стані дозволить скоротити час прокатки і, як наслідок, підвищити продуктивність стану.

Як видно з результатів рішення загальний час прокатки у чорновій і чистовій клітях стану 3000 ОАО "ММК ім. Ілліча" становить 345 с. час прокатки в чорновій кліті - 103 с. Час охолодження між чорною і чистовою клітями становить 180 с. застосування надшвидкісного охолодження дозволить скоротити цей час, а також загальний час прокатки штаби. Завдяки цьому підвищиться продуктивність стану.

Висновки. Таким чином, на основі виконаних досліджень з урахуванням раніш створеної моделі теплового стану штаби, що прокатується, отримана цінна інформація яка дає можливість обчислити тепловий стан штаби на всіх ділянках технологічного процесу і створити науково-обґрунтовану інженерну методику розрахунку систем керування тепловим станом штаби і валків. Це надзвичайно важливо при проектуванні нових поколінь таких систем при відсутності працюючих аналогів. Окрім того, така методика потрібна для аналізу можливості використання окремих елементів обладнання існуючих систем при реконструкції прокатних станів.

Список літератури:

1. Hendricks, C. Start-up and initial experience with the casting-rolling plant of The Krupp Stahl AG [Text] / C. Hendricks, W. Rasim, H. Janssen // La Revue Metallurgie . – СІТ, 2001. № 78. – Р.633-666.
2. Деглер М. Новые технические разработки в области горячей прокатки полосы [Текст] /М. Деглер, У.Тамлер // Чёрные металлы. –2001.–№10.–С.15-17.
3. Пантелят Г.С. Управление водоснабжением прокатных станов по критерию экономии энергии [Текст] / Г.С. Пантелят, Н.В. Салтавец // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДУБА, ХОТВ АБУ, 2003. – Вип.12. – С.70-73.
4. Тришевский О.И., Салтавец Н.В. Разработка математической модели теплового состояния полосы при прокатке // Сталь. – Москва, 2009.– С.42-49.
5. Тришевський О.І., Салтавець М.В., Юрченко О.А. Розробка математичної моделі теплового стану валка при гарячій прокатці листа.// Восточно-европейский журнал передовых технологий 5/4 (41).– Харьков 2009. – с.14-18.
6. Экспериментальное исследование усилий прокатки в чистой клетке стана 2250. Комитет промышленной политики Украины. ОАО Алчевский металлургический комбинат, ЧК НКП «Аверс», УкрНИИМет. Харьков, 200, 39 с.

Аннотация

Исследования теплового состояния полосы при прокатке

Тришевский О.И., Салтавец Н.В.

Представлены результаты математического моделирования теплового состояния полосы в черновой клетке стана 2250 Алчевского металлургического комбината, в черновой и чистой группой клеток на станах 1700 и 3000 ОАО "Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича".

Abstract

Research of the thermal state of stripe at rolling

Tryshevskij O., Saltavets N.

The results of mathematical design of the thermal state of stripe are presented in the draft cage of figure 2250 Alchevsk of metallurgical combine, in draft and clean groups of cages on figures 1700 and 3000 "The Mariupol metallurgical combine the name of Illijch".