

DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2023.01.065

**КОРЕЛЯЦІЙНІ ПОЛЯ СТАТИЧНОГО ТА ДИНАМІЧНОГО
МОМЕНТУ У ПРОКАТНИХ КЛІТЯХ**

Вереньов В.В.

Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України

Відомо, що в прокатних клітках максимальний динамічний момент M_d , що формується під час захоплення смуги валками, може в 2 - 5 разів перевищувати момент M_c в сталому режимі прокатки, що негативно впливає на роботу обладнання [1]. Дослідженню цих двох параметрів завжди приділялося багато уваги, проте на незначному масиві натурних вимірів. В Інституті чорної металургії виконані численні вимірювання крутильного моменту в клітках шести безперервних широкополосних станів гарячої прокатки. У результаті аналізу великої бази дослідно-промислових даних вперше встановлено кореляційний зв'язок максимального динамічного M_d та статичного M_c моменту. У загальному випадку він полягає в тому, що зі збільшенням статичного збільшується динамічний момент. У детермінованій постановці подібна залежність тепер стала зрозумілою і очевидною, проте раніше на можливість такого зв'язку не зверталось належної уваги, а невелика кількість вимірювань ускладнювала її встановлення.

На процес прокатки впливає ряд технологічних збурень: відхилення вхідної товщини, ширини та температури полоси, швидкості прокатки та ін, що відбивається на розсіянні значень M_c . Статичний момент помітно змінюється під час переходу до прокатки партії полос іншого сорторозміру. Внаслідок тривалої прокатки та вимірювань (протягом 3 – 5 годин) вісь абсцис покривається значеннями статичного моменту в деякому діапазоні. Він цілком певний, оскільки обумовлений заданими режимами та обсягом прокатки, і в той же час його значення мають випадковий характер через розкид параметрів прокатки.

Максимальне значення динамічного моменту M_d істотно залежить від випадкового розмикання зазору в лінії приводу до моменту захвату полоси, часу наростання моменту на валках та ін. Значення в двох сусідніх вимірах може відрізнитися на 50-70 %, тому при невеликій кількості вимірів зв'язок M_d із M_c не виявлявся. Поряд з M_c ордината покривається випадковими значеннями M_d , у результаті формується поле точок M_c, M_d .

На підставі досліджень великих масивів вимірювань та статистичного моделювання [2] встановлено низку закономірностей, які можуть бути

застосовані з метою оцінки стабільності технологічного процесу та стану обладнання лінії приводу валків, а також вирішувати низку завдань.

1. Емпіричне кореляційне поле у системі координат M_c , M_d обмежується прямими лініями подібно паралелограму, в межах якого перебуває 95- 97 % вимірів.

2. Поле апроксимується лінійною залежністю $M_d = M_{c0} + K (M_c - M_{c0})$ з досить високим значенням коефіцієнта кореляції 0,75 - 0,95. Тут $K = M_d/M_c$ коефіцієнт динамічності. Це дозволяє прогнозувати максимальні динамічні навантаження під час освоєння прокатки партій полос нового сортаменту.

3. Враховувати дані емпіричного розподілу статичного та динамічного моментів при розрахунках ресурсу обладнання.

4. Шляхом підбору розкиду технологічних параметрів і зазору по емпіричному полю ідентифікувати динамічну модель лінії приводу валків, здійснювати статистичне моделювання динамічних навантажень з урахуванням сортаменту і формувати значну базу даних для розрахунків ресурсу обладнання, не виконуючи складних вимірювань.

5. Шляхом прив'язки сортаментів до кореляційних полів визначати ті з них, при прокатці яких динамічні навантаження досягають найбільших значень, і відповідним чином коригувати режими прокатки.

6. Визначати та використовувати характеристики розподілу навантажень – середнього значення, середньоквадратичного відхилення, коефіцієнта варіації з метою оцінки стабільності процесу прокатки та стану обладнання.

7. Одночасні вимірювання моменту в 2-х – 3-х суміжних клітках з побудовою та аналізом кореляційних полів M_c , M_d дозволяють простежити проходження збурень через кліти та точніше оцінювати стан технології та обладнання.

8. Шляхом вимірювань встановлено також формування кореляційних полів на всіх трьох ділянках лінії приводу – проміжному валу та шпинделях, що сприяє підвищенню достовірності визначення стану технології та обладнання.

9. Результати масових дослідно-промислових вимірювань моменту та статистичного моделювання свідчать, що формування кореляційних полів статичного та динамічного навантаження та залежності $M_d(M_c)$ є характерною особливістю для широкополосних станів і, мабуть, також для інших станів з вираженим перехідним процесом при захваті полоси валками і сталим режимом прокатки.

Викладений аналіз кореляційних полів та їх особливостей виконано

вперше. Базою слугував, зокрема, великий обсяг неодноразових вимірів на безперервному широкополосному стані гарячої прокатки 1680, виконаних починаючи з 2000-х років та підтриманих керівництвом цеху та комбінату «Запоріжсталь». Незважаючи на те, що встановлено низку закономірностей, доцільно продовження досліджень у даному напрямку при охопленні основних режимів прокатки у поєднанні з різним технічним станом обладнання.

Література

1. Веренев В.В. Динамические процессы в широкополосных станах горячей прокатки. –Д.: Литограф. 2018. –158 с. 122 илл.
2. Веренев В., Подобедов Н.И. Статистическое моделирование динамических нагрузок в широкополосных станах. Днепр. –ЛИРА -2021. 74 с.

CORRELATION FIELDS OF STATIC AND DYNAMIC MOMENT IN ROLLING CAGES

Verenev Valentyn

Annotation. On the basis of massive and long-term experimental and industrial measurements of the torque in the drive lines of cages of continuous wide-strip hot rolling mills, a correlation between the maximum dynamic moment during strip gripping by the rolls and the moment in the steady state of rolling has been established. As a result of the random effect of technological disturbances and gaps according to the measurement data, correlation fields of static and maximum dynamic moment values are formed: the greater the static moment, the greater the dynamic moment. This dependence was not revealed on a small array of measurements. The fields are approximated by a linear dependence and have a number of features that can be used to assess the stability of the rolling process and the condition of the equipment, calculate its resource, determine the most "heavy" assortment under load conditions, and adjust the crimping regimes.

Keywords: rolling cage, drive line, strip grip, dynamic and static moment, correlation field.

Reference

1. Verenev V.V. Dynamic processes in broadband hot rolling mills. -D.: Lithograph. 2018. - 158 p. 122 ill.
2. Verenev V. V., Podobedov N. I. Statistical modeling of dynamic loads in broadband mills. Dnieper. –LIRA -2021. 74 p.