

ДИНАМІКА ТА ДІАГНОСТИКА ЗАЗОРІВ В КЛІТЯХ З БАГАТОНІТКОВОЮ ПРОКАТКОЮ

А.В. Баглай¹, В.В. Веренев²

¹ДП «ДІАМЕХ-УКРАЇНА». 61105, м. Харків, вул. Киргизька, 19, АБК-1. E-mail: baglay@diamech.com.ua
²Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України. 49050, м. Дніпро, пл. Академіка Стародубова, 1.
E-mail: office.isi@nas.gov.ua

Представлено види перехідних процесів по крутильному моменту в клітках дрібносортного стану при двохніткової прокатці. Описано їхні особливості під час захвату першої полоси, а потім другої полоси. Запропоновано метод розрахунку коефіцієнта динамічності та максимального пікового навантаження при вході в валки, що знаходяться під навантаженням, наступних полос. Показана можливість визначення технічного стану лінії приводу відносно зносу та зазорів. Бібліогр. 2, табл. 1, рис. 1.

Ключові слова: захват полоси, калібр, двохніткова прокатка, момент, коливання, зазор, лінія приводу, коефіцієнт динамічності

В безперервних дрібносортних станах в декілька клітках ведеться прокатка в дві або чотири нитки. Послідовність подачі полоси в калібри валків не регламентовано. Один з чотирьох калібрів може заповнюватися полосою, другий калібр вивільнюється від полоси, в той час як в двох інших ведеться прокатка. В підсумку в лініях приводу валків формуються різні режими навантаження, розвантаження та різні види перехідних процесів. Суттєвий вплив при цьому на ударні навантаження та коливальні явища чинять знос зчленувань та зазори, що утворюються. Розмикання та замикання зазорів має специфічний характер та недостатньо досліджено. Крім того, на прокатних станах відсутні надійні вимірювачі, які дозволяють під час роботи визначати стан зчленувань.

У зв'язку з цим доцільно на конкретних прикладах розглянути особливості динамічних процесів в деяких клітках з багатонитковою прокаткою в їх зв'язку з зазорами та встановити діагностичну цінність подібної інформації.

Розглянемо результати вимірювань крутильного моменту, які виконані на проміжному валу між двигуном та редуктором трьох клітей двохніткового дрібносортного стану 250. Крутильний момент від тихохідного валу редуктора передається через шестеренну кліть та шпindel робочим валкам.

Типовий вид перехідних процесів в лініях приводу трьох клітей №№ 5, 6, 7 при захваті першої полоси (нитки) в одному з калібрів та захваті другої полоси в іншому калібрі в той час, коли прокатують першу полоси, наведено на рис. 1. При захваті першої полоси після першого піку в клітках №№ 6, 7 момент зменшується до нуля. Це означає, що відбувається короткочасне розмикання зазорів в зубчатих зчепленнях на ділянці редук-

тор–двигун. Дослід вимірювань показує, що після ремонту обладнання дане явище не відбувається.

Важливою характеристикою перехідного процесу є коефіцієнт динамічності K – відношення максимального пікового моменту M_{\max} до моменту $M_{\text{ст}}$ в усталеному режимі прокатки: $K = M_{\max} / M_{\text{ст}}$. Наявність зазорів пояснюються суттєві значення коефіцієнта динамічності в клітках №№ 6, 7: $K_6 = 4,3$; $K_7 = 4,2$ на відміну від кліті № 5, де $K_5 = 2,2$ та розмикання зазорів не спостерігається. Частота коливань моменту в клітках складає ~ 20 Гц, отже, динамічні властивості ліній приводу валків клітей близькі. Тому менше значення K_5 можливо пояснити кращим технічним станом лінії цієї кліті.

Значення коефіцієнтів динамічності в клітках №№ 5, 6, 7 при захваті першої полоси K_1 та другої полоси (абсолютне $K_{\text{аб}}$ та відносне $K_{\text{від}}$) під час прокатки першої полоси наведені в таблиці.

Номер кліті	Коефіцієнт динамічності		
	Перша полоса		Друга полоса
	K_1	$K_{\text{аб}}$	
5	2,2	1,2	1,5
6	4,3	1,6	2,4
7	4,2	1,8	2,5

Захват полоси валками клітей №№ 5, 6, 7 під час прокатки другої полоси також супроводжується коливаннями моменту з тією ж частотою. Однак коефіцієнт динамічності в клітках суттєво зменшився (див. таблицю). Це пояснюється тим, що кутові зазори в зчленуваннях лінії знаходяться в замкнутому стані, тому вони не впливають на максимальне пікове навантаження.

Дану особливість можна використовувати для оцінки впливу зазорів на M_{\max} , а також з метою діагностики зносу та зазорів.

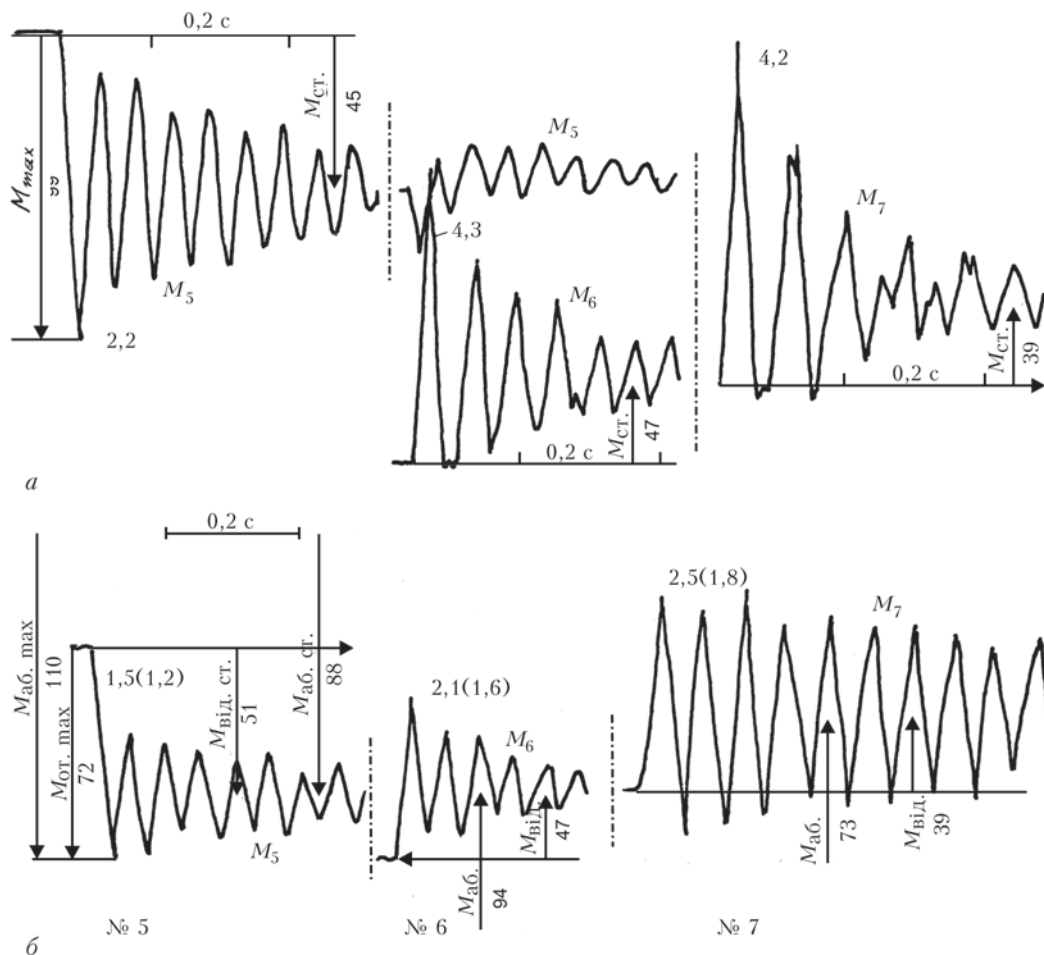


Рис. 1. Моменти сил пружності (кНм) в головних лініях клітей № 5, 6, 7 стану 250 при послідовному захваті першої (а) та другої (б) полоси з указанням коефіцієнтів динамічності: а – захват першої полоси в клітях №№ 5, 6, 7; б – захват другої полоси в іншому калібрі клітей №№ 5, 6, 7

Якщо визначення коефіцієнта динамічності при захваті першої полоси однозначне, то для наступних полос він може бути визначений двояко.

1. Береться до уваги абсолютне значення навантаження: $K_{аб} = M_{абmax} / M_{абст}$ для кліті № 6 при захваті другої полоси $K_{аб6} = 1,6$, для кліті № 7 $K_{аб7} = 1,8$.

2. Враховується відносне значення навантаження: $K_{від} = M_{відmax} / M_{відст}$. Для другої полоси (таблиця) $K_{від6} = 2,4$, $K_{від7} = 2,5$. Як бачимо, різниця в значеннях коефіцієнтів суттєва. Тому виникає необхідність визначитися, в яких випадках і де слід використовувати вказані значення коефіцієнта K і в чому їх інформативність.

Якщо мова іде про динаміку перехідного процесу, то динамічність лінії приводу слід характеризувати відносним коефіцієнтом $K_{від}$. В такому випадку при розрахунку максимального навантаження додатково враховують складову статичного навантаження, обумовлену моментом «зайнятого» металом калібру: $M_{max} = K_{від} \cdot M_{відст} + M_{ст}$. При захваті наступної полоси коливання моменту відбуваються відносно нового значення статичного навантаження.

Коефіцієнт $K_{від}$ залежить від динамічних властивостей лінії приводу, в той же час як коефіцієнт $K_{аб}$ залежить від абсолютного навантаження: чим останнє більше (для даної системи), тим він менший. Отже, для визначення $M_{абmax} = K_{аб} \cdot M_{відст}$ необхідно знати відзначену залежність. В цьому полягає незручність його застосування. На відносну динамічну складову навантаження та $K_{від}$ при захваті першої полоси, як відзначалося, впливають знос та кутові зазори в зчленуваннях, породжені їми. При захваті другої полоси цей вплив відсутній, оскільки зазори замкнуті. Тому при використанні коефіцієнта $K_{від}$ можна оцінити вплив зазорів. З виразу для $K_{від}$ легко отримати відносну динамічну складову моменту сил пружності $\delta M_{д} = \Delta M_{дmax} / M_{ствід} = K_{від} - 1$. Для першої полоси згідно таблиці в кліті № 6 $\delta M_{46} = 3,3$, для другої – $\delta M_{46} = 1,4$. Відношення $n_6 = \delta M_{46} / \delta M_{46} = 2,4$ показує, у скільки разів збільшується відносна динамічна складова через вплив зазорів в кліті №6. Аналогічно для кліті № 7: $n_7 = 2,1$. Використовувати значення $K_{аб}$ для цих цілей не є можливим. Якщо періодично вимірювати момент в суміжних клітях при

захваті першої полоси (нитки) в одному з калібрів, а потім другої полоси в іншому калібрі в той час, коли перша полоса прокатується, то за значенням коефіцієнта n можна відслідкувати розвиток зносу та зазорів в зчленуваннях та приходити до певних діагностичних висновків відносно зміни технічного стану ліній головного приводу в клітках з дво- та чотирьохнитковою прокаткою [1, 2].

Висновки

1. В клітках з багатонитковою прокаткою формуються суттєві динамічні процеси не тільки при захваті першої полоси, але й наступних полос.

2. Для розрахунку абсолютного максимального динамічного навантаження в лінії приводу під час заповнення інших калібрів та коефіцієнта динамічності запропоновано брати до уваги значення відносного максимального та статичного навантаження, а також складову навантаження від прокатки інших полос. Такий підхід дозволяє точніше враховувати змінну складову моменту при розрахунках на міцність та довговічність обладнання.

3. Наведені види перехідних процесів з урахуванням частоти та затухання коливань, коефіцієнта динамічності можуть бути використані для ідентифікації математичних моделей динаміки захвату – виходу полос при багатонитковій прокатці.

4. Результати періодичних вимірювань крутячого моменту за допомогою тензорезисторів при захваті полоси в першому калібрі, а потім в інших калібрах дозволяють діагностувати стан лінії приводу в частині зносу та зазорів.

Список літератури

1. Верев В.В. (2007) *Диагностика и динамика прокатных станов*. Днепропетровск, ИМА–пресс.
2. Верев В.В. (2014) *Снижение динамических нагрузок и диагностика широкополосных станов в переходных режимах*. Никополь, СПД Фельдман О. О.

References

1. Verenev, V.V. (2007) *Diagnostics and dynamics of rolling mills*. Dnepropetrovsk, IMA-press [in Russian].
2. Verenev, V.V. (2014) *Lowering of dynamic loads and diagnostics of broadband mills in transient modes*. Nikopol, SPD Feldman O.O. [in Russian].

DYNAMICS AND DIAGNOSTICS OF CLEARANCES IN MULTI-STAND ROLLING

A.V. Baglay¹, V.V. Verenev²

¹SE «DIAMECH-UKRAINE». 19 Kirgizska str., 61105, Kharkiv, Ukraine.

E-mail: baglay@diamech.com.ua

²Z.I. Nekrasov Iron and Steel Institute of NAS of Ukraine, 1 Academician Starodubov Square, 49050, Dnipro, Ukraine.

E-mail: office.isi@nas.gov.ua

The types of transients on the torque in three stands of a small-grade mill at two-thread rolling are presented. Their features during the capture of the first strip and then the second strip are described. A method is proposed for calculating the coefficient of dynamism and the maximum peak load, when the next strips enter the rolls under load. The possibility of determination of the technical condition of the drive line in terms of wear and clearances is shown. 2 Ref., 1 Tabl., 1 Fig.

Keywords: strip capture, caliber, two-thread rolling, torque, oscillations, clearance, drive line, dynamism factor

Надійшла до редакції 10.07.2020

ЖУРНАЛИ для професіоналів



Видається з 1989 р.
Виходить 4 рази на рік
ISSN 0235-3474
doi.org/10.15407/tdnk
Передплатний індекс 74475



Видається з 1948 р.
Виходить 12 разів на рік
ISSN 0005-111
doi.org/10.15407/as
Передплатний індекс 70031



Видається з 1985 р.
Виходить 4 рази на рік
ISSN 2415-8445
doi.org/10.15407/sem
Передплатний індекс 70693

Журнали входять до Переліку наукових фахових видань України

(380-44) 200-8277
journal@paton.kiev.ua
www.patonpublishinghouse.com