

DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2024.01.001

ДІАГНОСТИЧНИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ МЕХАНІЗМУ КОЛИВАНЬ КРИСТАЛІЗАТОРУ МАШИНИ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ ЗАГОТОВОК

Мазур І.А., Волох В. І.

Український державний університет науки та технологій, м. Дніпро Україна

Анотація. *Діагностичні пристрої для контролю коливального механізму кристалізатора дозволяють підвищити стабільність розливання сталі на МБЛЗ. Амплітуда коливань кристалізатора виражається як сума гармонійних коливань з різними частотами і описується перетворенням Фур'є. Знос гільз кристалізатора відбувається в нижній частині. Постійний діагностичний контроль за станом механізму хитання кристалізатора збільшить довговічність мідних гільз. Надано рекомендації щодо підвищення довговічності мідних гільз.*

Ключові слова: *діагностичний прилад, коливання рівня, МБЛЗ, амплітуда, кристалізатор, мідні гільзи, датчик руху, хромоване покриття.*

Вступ

Механізм хитання кристалізатора призначений для передачі кристалізатору зворотно-поступального руху фіксованої траєкторії. Відхилення тих, чи інших, параметрів механізму хитання кристалізатору (МХК) призводить до спотворення форми кривої і, як наслідок, деформації оболонки злитка [1].

Визначено, що більшість існуючих методів і засобів діагностики МХК засновані на контролі зусилля витягування злитка і прогнозуванні можливості прориву в робочому циклі руху кристалізатора, однак вони не дозволяють контролювати якість формованої траєкторії руху кристалізатора, а також ідентифікувати і виробляти якісну оцінку дефектів в налаштуванні і роботі МХК [1]. У зв'язку з цим поставлено завдання вдосконалення існуючих методів контролю МХК, шляхом вирішення задачі контролю стану підшипникових вузлів і якості формованої МХК траєкторії руху кристалізатора за допомогою діагностичного приладу SIMETAL OsciChecker (рис.1).

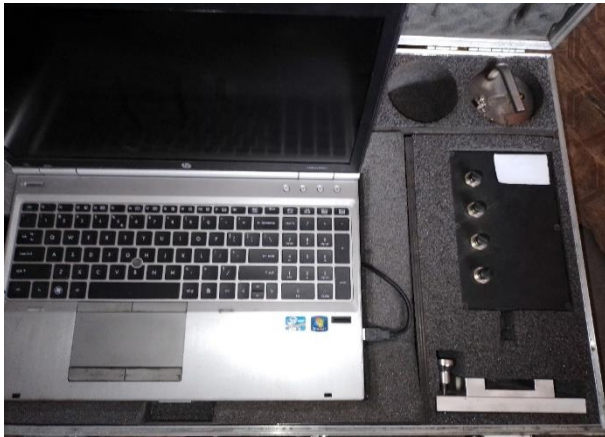


Рисунок 1 - Діагностичний прилад SIMETAL OsciChecker для налаштування механізму хитання кристалізатора.

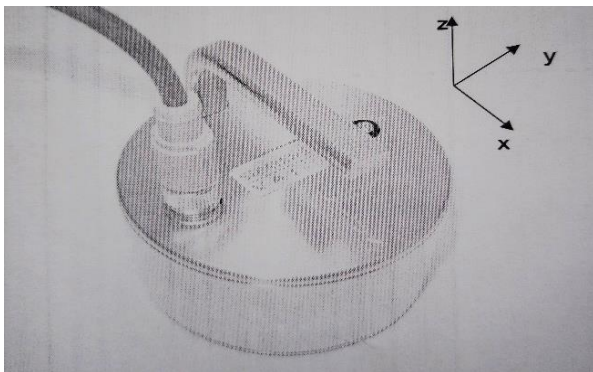


Рисунок 2 - Датчик контролю рухів кристалізатора

Результати дослідження

Встановлено, що при відсутності дефектів в механізмі хитання кристалізатора, траєкторія руху згаданої точки перетину нормалі описується практично правильною синусоїдальною залежністю, а положення середньої лінії синусоїди в процесі експлуатації механізму хитання кристалізатора зберігає незмінне значення[2]. При появі люфтів в вузлах сполучення важелів, невірному налаштування або зміщенні опор механізму хитання кристалізатора відбувається зміна положення середньої лінії траєкторії руху точки перетину заданої нормалі за повний період

повороту валу приводу механізму хитання кристалізатора.

У якості детектору використовується датчик осі, який встановлюється на поверхню кристалізатора та фіксує його рух у трьох проекціях(див. рис.2).

Принцип вимірювання: значення прискорень для напрямку коливань кристалізатора машини безперервного лиття заготовок реєструється в кожному просторовому напрямку за допомогою 3-осьового датчика прискорень. Сигнал прискорення поділяється на основні коливальні рухи аналізом коливань (швидке перетворення Фур'є). Відповідне значення швидкості та відстані визначається інтеграцією або зворотним перетворенням Фур'є після необхідної фільтрації.

Основною причиною появи тріщин на поверхні злитку, є порушення в роботі МХК, пов'язані, в першу чергу, з дією невірноважених навантажень,

дефектів в налаштуванні і зазорів в підшипникових вузлах, роботі гідроциліндрів, осьовим перекосам при хитанні, що особливо впливає на знос мідної гільзи кристалізатору.

Для опису хитання кристалізатора за допомогою перетворення Фур'є можна скористатися аналізом коливань, який відображає сигнал прискорення у частотному просторі. Після виконання швидкого перетворення Фур'є отримуємо спектр частот, де кожен пік відповідає певній частоті коливань.

Хитання кристалізатора можна описати за допомогою амплітудного спектру коливань. Нехай $A(f)$ буде амплітудою спектру коливань, де f – частота. Тоді хитання кристалізатора може бути виражено як сума гармонічних коливань з різними частотами:

$$x(t) = \sum_f A(f) \times \sin(2\pi ft + \phi(f)) \quad (1)$$

де $x(t)$ – функція хитання кристалізатора в часовому домені;

$\phi(f)$ – фазовий кут для кожної частоти f .

Отже, формула хитання кристалізатора визначається амплітудним спектром коливань $A(f)$, який можна отримати за допомогою швидкого перетворення Фур'є від сигналу прискорення.

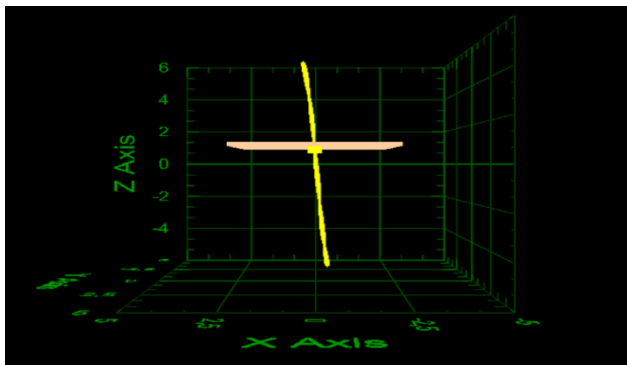


Рисунок 3 - Коливання кристалізатору у трьох вимірному просторі.

На рис.3 показано, що коливання у осях Z та X відбувається з незначним відхиленням від вертикальної вісі. Відхилення складає до 1,5 мм.

Налаштування механізму хитання відбувається за допомогою двох шпильок з фіксуючими контро

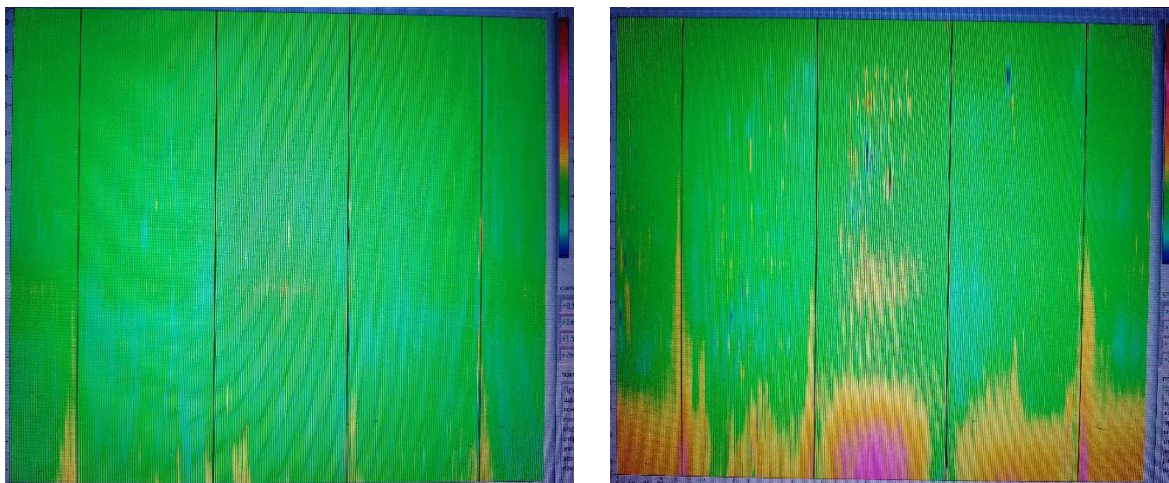
гайками та настроюванням пружинного блоку з другої сторони.

Напрацювання роботи кристалізаторів, а саме мідної гільзи складає від 270 до 350 плавок. Знос мідної гільзи відбувається, у нижній частині яка формує оболонку заготовки. Підвищення швидкості розливання призводить до формування підвищеного теплового потоку, що призводить до деформації гільзи. Розливка сталі перерізом 130x130 мм призводить до посиленого зносу

гільзи, що обумовлено підвищеними швидкостями розливки. Також до зносу гільзи проводить розливка сталі з високовуглицевих марок сталей що призводить до посиленого зносу хромистого покриття з внутрішніх стінок мідної гільзи, яке при цьому товщина покриття складає від 150 до 200 мкм.

На рис.4 відображені гістрограми до встановлення у кристалізатор та після відпрацювання. На рис.4 (б) відображено, що нижній частині гільзи відбувся знос її до недопустимих параметрів до 10-20 мкм. При зносу хромового покриття, відбувається посилений знос мідної стінки гільзи, що відображено розовим кольором у нижній частині рисунка.

Характер зносу і деформації поверхні в сортових кристалізаторах залежить від конструкції гільзи і умов її охолодження.



а) до зносу стінки гільзи

б) після зносу стінки гільзи

Рисунок 4 - Гістрограми внутрішніх стінок мідної гільзи

Підвищення швидкості розливання інтенсифікує тепловий потік і збільшує деформацію профілю гільзи. У цих умовах не тільки прискорюються процеси зносу, але і можуть проявлятися дефекти виготовлення гільзи, нанесення покриття, які не виявляються при низьких швидкостях розливання [3]. Дослідження та узагальнення даних з руйнування гільз кристалізаторів в умовах інтенсивної експлуатації дозволять вибрати оптимальні технології їх виготовлення, а також впроваджувати на виробництві нові методи діагностування гільз з розробкою методичних вказівок.

Висновок. Таким чином, можна зробити висновок, що при дотриманні технології, можна значно підвищити ресурс гільз. Постійне діагностування

обладнання та моніторинг коливань рівня металу у кристалізаторі дозволить підвищити стійкість гільз. Крім технологічного процесу, велику роль відіграє персонал, від недбалості якого також залежить термін служби гільз.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гільзові кристалізатори високошвидкісних сортових МНЛЗ / В.Б.Ганкін, Б.А.Співак, Г.І.Ніколаєв та ін. *Важке машинобудування*. 1997. № 5. С. 19–22.
2. Взаємодія злитка з кристалізатором при безперервному розливі тонких слябів / В.Л.Данілов, С.В.Зарубин, Б.А.Сивак та ін. *Вісники вищих навчальних закладів. Чорна металургія*. 1997. № 6. С. 11–13.
3. Лисенко Т.В., Васильєв Д.С., Смирнов О.С. Знос гільзи кристалізатору в процесі експлуатації на виробництві. *Метал та лиття України*. 2021. №3. Вип. 326. С. 44–49.

DIAGNOSTIC METHOD OF CONTROLLING THE OSCILLATION MECHANISM OF THE CRYSTALLISER OF THE CONTINUOUS CASTING BARREL MACHINE

Ihor Mazur, Vitaly Volokh

Abstract. *Diagnostic devices for monitoring the oscillation mechanism of the mold can increase the stability of steel casting on a continuous caster. The amplitude of crystallizer oscillations is expressed as a sum of harmonic oscillations with different frequencies and is described by the Fourier transform. Wear of the crystallizer sleeves occurs in the lower part. Constant diagnostic monitoring of the state of the crystallizer swing mechanism will increase the durability of copper sleeves. Recommendations for increasing the durability of copper sleeves are provided.*

Keywords: *diagnostic device, level fluctuations, MBLZ, amplitude, crystallizer, copper sleeves, motion sensor, chrome coating*

REFERENCES

1. Sleeve crystallizers of high-speed grade MNLZ V. B. Hankin, B. A. Spivak, G. I. Nikolaev. etc.. *Heavy engineering*. 1997. no. 5. pp. 19–22.
2. Danilov V.L., Zarubyn S.V., Sivak B.A. etc. Interaction of the ingot with the crystallizer during continuous casting of thin slabs. *Bulletins of higher educational institutions. Ferrous metallurgy*. 1997. no. 6. pp. 11–13.
3. Lysenko T.V., Vasiliev D.S., Smirnov O.S., Wear of the crystallizer sleeve during operation at the factory. / *Metal and casting of Ukraine*. 202.1 no. 3(326.) pp. 44-49.