

УДК 004.891.3

ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ НЕСПРАВНОГО СТАНУ МЕХАНІЗМУ ХИТАННЯ МАШИНИ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ ЗАГОТОВОК ЗА СИГНАЛАМИ ПРИСКОРЕНЬ

В. О. Діденко¹, к. т. н. О. Ф. Бондаренко¹, О. М. Полєно²

¹НТУУ «Київський політехнічний інститут», м. Київ;

²Донбаський державний технічний університет, м. Лисичанськ

Україна

bondarenkoaf@gmail.com

Представлено результати дослідження можливостей розпізнавання несправного стану механізму хитання машини безперервного лиття заготовок за сигналами прискорень. Запропоновано метод, що дозволяє визначити стан механізму хитання за спектром прискорень кристалізатора. Проведена апробація методу на експериментальних даних, отриманих на ПАТ «АМК», отримано значення похибок. Розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє визначити стан механізму хитання кристалізатора з точністю 88%.

Ключові слова: машинне навчання, класифікація, метод опорних векторів, спектри прискорень.

Широкого застосування у металургійному виробництві отримала технологія безперервного лиття сталі з використанням машин безперервного лиття заготовок (МБЛЗ). Найбільш важливим функціональним елементом машини безперервного лиття заготовок є кристалізатор [1]. Саме його робота в значній мірі визначає якість безперервнолитої заготовки. Це свідчить про актуальність задач розвитку існуючих та створення нових методів діагностики стану механізму хитання кристалізатора МБЛЗ.

На даний час набули розповсюдження системи моніторингу роботи механізму хитання на базі давачів прискорення. Зазвичай, на поверхню кристалізатора встановлюється декілька давачів прискорення, вихідні сигнали з яких обробляє комп'ютер. Результати обробки сигналів представляються графіками прискорень, швидкостей, переміщень, спектрами сигналів, тривимірними траєкторіями руху, значеннями відхилень в числовій формі [2].

Якість діагностування при цьому залежить від точності виконаних вимірювань. Представлення й обробка сигналів у часовій області може залежати від шумів і перешкод, що негативно позначаються на метрологічних характеристиках системи. Для поліпшення цих характеристик необхідно застосування спеціальних фільтрів, наприклад фільтрів Калмана, що ускладнює алгоритми обробки даних і призводить до збільшення часу обробки та прийняття рішення.

Метою роботи є розробка алгоритму діагностування несправних станів механізму хитання кристалізатора МБЛЗ з використанням методів машинного навчання, що дозволить підвищити точність діагностування, зменшити час обробки даних та прийняття рішення.

В роботі пропонується алгоритм, який дозволяє створити модель, що оцінює стан механізму хитання за спектром його прискорень. При його розробці було використано метод класифікації. В результаті створена модель, що класифікує спектри сигналів за їх якістю. Для навчання моделі, яка здійснює класифікацію спектрів, було створено систему навчання з вчителем, що встановлює оцінки для станів механізму хитання. Як показник якості використані оцінки від 1 до 5: 5 – добре, 1 – погано. Для оцінки всіх наявних графіків переміщень кристалізатора створено сценарій, що виводить ідеальний і реальний графіки в одній системі координат і дозволяє поставити оцінку від 1 до 5 (рис. 1). Оцінки і спектри зберігаються в базі даних для їх подальшої обробки та створення бази знань моделі. Для цих процедур використовувались дані, які отримувались шляхом запису прискорень в чотирьох кутах поверхні кристалізатора по трьох осях на ПАТ «АМК» [3].

Графіки, наведені на рис. 2, було отримано шляхом візуалізації спектрів сигналів прискорення для оцінок 1...5. Далі набір експериментальних даних випадковим чином розділяється на дві частини:

75% – для навчання моделі, 25% – для оцінки точності. Для створення моделі і проведення експериментів використовувалась бібліотека scikit-learn і метод опорних векторів [4]. Точність моделі перевірялась шляхом прогнозування оцінок для тестового набору даних і порівняння її з вказаною системою навчання з вчителем. Після підбору коефіцієнтів моделі була отримана точність визначення оцінки – 88%. За результатами навчання моделі побудовано дерево прийняття рішень, з якого випливає що найбільшу вагу при прийнятті рішень про стан механізму хитання грають 3-тя, 5-та та 6-та гармоніки, а гармоніки вище 6-ї можна не брати до уваги.

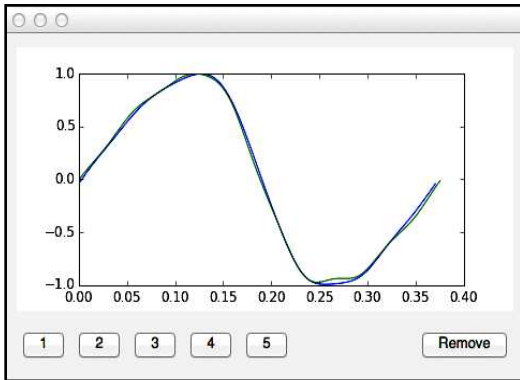


Рис. 1. Форма сигналу переміщення, що використовується для оцінювання

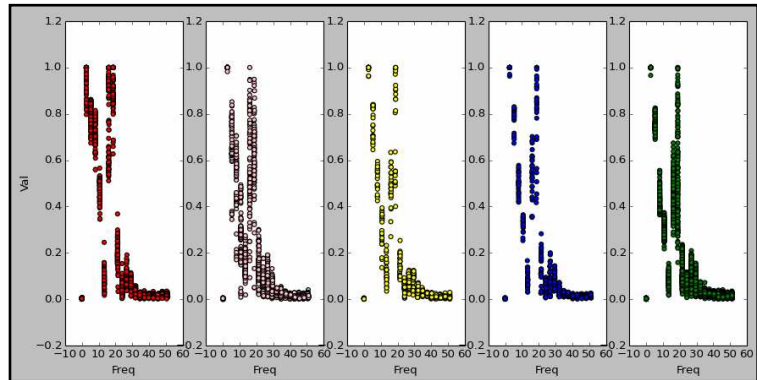


Рис. 2. Спектри сигналів для оцінок 1...5 відповідно

Таким чином, практично доведено, що машинне навчання може успішно використовуватись для розпізнавання стану механізму хитання машини безперервного лиття заготовок за спектром прискорень. Запропоновано метод розпізнавання несправного стану механізму хитання за спектром сигналу прискорень, який може використовуватись разом з аналізом інших параметрів хитання: значень переміщень у поперечних напрямках, синфазності переміщення протилежних частин кристалізатора, відповідності фактичного ходу заданому.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Смирнов А. Н., Куберский С. В., Штепан Е. В. Непрерывная разливка стали.— Донецк: ДонНТУ, 2011.
2. Сидоров В. А., Сотников А. Л. Анализ систем контроля и диагностирования механизмов качания МНЛЗ // Научные работы Донецкого национального технического университета.— 2005.— Вып.102.— С. 46—55.
3. Полено А. Н., Бондаренко А. Ф., Диденко В. А. Алгоритм функционирования информационно-измерительной системы для мониторинга механических колебательных процессов // Труды XIV Международной научно-практической конференции «Современные информационные и электронные технологии».— Украина, г. Одесса.— 2013. С. 110—112.
4. Scikit-learn: Machine Learning in Python // <http://scikit-learn.org/stable/>

V. O. Didenko, O. F. Bondarenko, O. M. Polyeno

Using machine learning to detect faulty state of mold oscillation mechanism of the continuous casting machine by the acceleration signals.

The paper presents research results on the possibility of detecting the faulty state of mold oscillation mechanism of the continuous casting machine by the acceleration signals. The method of determining the state of mold oscillation mechanism by acceleration spectrum is proposed. The method is tested using experimental data collected at JSC "AMC". The values of errors are obtained. The developed software allows determining the state of mold oscillation mechanism with 88% accuracy.

Keywords: *machine learning, classification, support vector machine, acceleration spectrum.*