Разработка методики определения серповидности стального проката

Доков Дмитрий Сергеевич, Тарасов Андрей Сергеевич, Ефимов Алексей Игоревич

Соискатель, доцент, доцент

Кафедра ЭВМ, РГРТУ, Рязань, Россия

E-mail: dokov@kogerent.ru, vb2005@yandex.ru, lexie62rus@mail.ru

Научный руководитель *— Новиков Анатолий Иванович*

При прокатке полос в черновой группе непрерывного широкополосного стана горячей прокатки часто возникает дефект формы полосы, который называется «серповидность» – плавное искривление полосы в форме дуги в горизонтальной плоскости [1]. В данной работе рассматривается разработка методики для существующего аппаратного комплекса, позволяющей численно оценивать серповидность стального проката.

Задача осложняется:

1. Большой диной проката (до 12-18 метров);

2. Высокими требованиями по точности (погрешность не более 2 мм);

3. Смещением и поворотом листа при прохождении через установку;

4. Высокой скоростью движения листа.

Существующая установка состоит из блока в 6 профилометров по каждой стороне листа, располагающихся на расстоянии 600 мм друг от друга (Рисунок 1а). Установленный энкодер-синхронизатор выдаёт строб каждые 30,5 мм листа, тем самым с каждого профилометра формируется облако точек (Рисунок 1б).

Иллюстрации

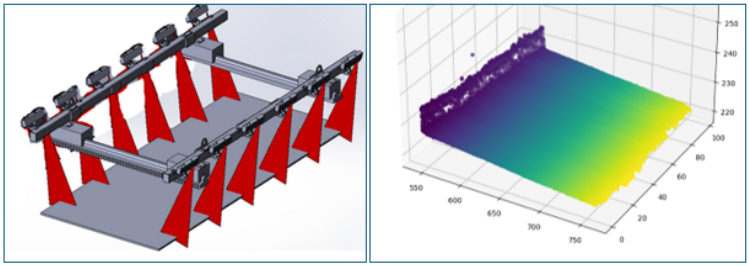

Рис. 1. Принцип лазерного сканирования. а) - визуализация расположения профилометров над прокатом; б) - визуализация кромки точек, полученных с одного профилометра.

На первом этапе из облака точек формируется массив угловых координат листа. Для их определения:

1. Применяется предварительная фильтрация;
2. Выбираются крайние 30 точек-кандидатов;
3. По крайним точкам-кандидатам строится прямая;
4. Находится точка, наиболее отдаленная от этой прямой;
5. Производится оценка выбранной точки.

Полученные данные позволяют восстановить кромку листа, однако не учитывают его движения в процессе прохождения через установку. Поэтому для корректировки смещения применяется алгоритм, основанный на склейке точек через 600 мм (когда одни и те же точки листа попадают под следующие по ходу движения листа профилометры).

Общая схема алгоритма для восстановления профиля листа следующая:

1. Выяснить наличие поворота очередной $(n+1)$-й шестерки точек относительно предыдущей n-й и, если имеет место поворот, то найти угол поворота между последовательными n-м и $(n+1)$-м наблюдениями (шестерками точек);

2. Выполнить поворот $(n + 1)$-й шестерки точек на найденный угол с учетом его знака;

3. Выяснить наличие поперечного смещения между последовательными n-й и $(n + 1)$-й шестерками точек;

4. Выполнить сдвиг $(n + 1)$-й шестерки точек на величину найденного поперечного смещения. [2]

В результате, в точках, в которых происходило сшивание (каждые 600 мм), гарантируется корректность нахождения угла и смещения, тем самым алгоритм позволяет корректировать любые горизонтальные перемещения листа с требуемой точностью.

Иллюстрации

Рис. 2. Результаты измерения серповидности. График А – серповидность листа по одному профилометру; График Б – разработанная методика по шести профилометрам; График В – ручные замеры.

Таким образом, было разработано решение, позволяющее оценивать геометрию проката произвольной длины.

Литература

1. Стоякин.О., Исследование формирования клиновидности и серповидности горячекатаных стальных полос для повышения устойчивости процесса проката // Автореферат диссертации. Липецк: ЛГТУ. - 2019. - С. 3.
2. Новиков А.И., Ефимов А.И., Доков Д.С. Никифоров М.Б. Математическая модель автоматического определения ширины и серповидности листа металла Условия управляемости для уравнения // Вестник РГРТУ. - 2024. - №. 88. - С. 74-84.