

РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ

В. А. Михайлов, А. Е. Соломащенко

Харьков

Толщина листового проката измеряется специальными устройствами, которые можно разделить на две группы: контактные и бесконтактные. К первой группе относятся устройства с контактным роликом. Используются в качестве чувствительного элемента индуктивные, емкостные, тензометрические датчики. Вторая группа включает в себя устройства, использующие принцип ослабления рентгеновского и радиоактивного излучения при прохождении их через металлический лист. Но из-за присущих им недостатков измерители толщины не могут быть включены в систему автоматического регулирования. Необходимо создание такого бесконтактного датчика, который бы обладал следующими свойствами: высокой точностью, надежностью, быстродействием, простотой устройства, был бы помехоустойчивым, обладал достаточным диапазоном измерения, небольшой стоимостью.

В зарубежной печати [1] имеется сообщение о том, что были проведены эксперименты по выявлению возможности использования радиолокационного способа измерения толщины и указано на достигнутую при этом высокую точность.

Согласно работе [1], может быть использован как амплитудный, так и фазовый метод измерения, но предпочтение нужно отдать фазовому методу, поскольку он более помехоустойчив. Рассмотрим этот метод с точки зрения получения максимальной чувствительности.

Как следует из закона Снеллиуса [2], при рассмотрении вопроса об отражении электромагнитной волны от проводящей поверхности можно воспользоваться классическими законами оптики. Поэтому, если на металлическую поверхность падает электромагнитная волна под углом θ , то под таким же углом она будет отражена этой поверхностью. Представим себе такую металлическую поверхность нулевой толщины, на которую снизу и сверху под углом θ падают лучи электромагнитной энергии (рис. 1). В точке C произойдет отражение электромагнитных волн. Пусть M и M^1 — линии равных фаз. Тогда, если $ACD = A^1CD^1$, разность фаз при идентичности условий для прохождения нижнего и верхнего лучей будет равна нулю. Если теперь в зоне падения лучей появится металлический лист толщиной Δh , то разность фаз принятых сигналов определяется величиной

$$\varphi = BK - BC = 2\pi \frac{\Delta h \cos 2\theta - 1}{\lambda \sin \theta}.$$

Из этого выражения следует, что разность фаз при $\Delta h = \text{const}$, $\lambda = \text{const}$ достигает максимума при $\theta = \theta_1 = 90^\circ$. Очевидно, что в этом случае антенна должна выполнять одновременно две функции — излучателя и приемника. Блок-схема прибора при использовании фазового метода представлена на рис. 2, где 1 — антенна; 2 — направленный ответ-

витель; 3 — фазовращатель; 4 — генератор; 5 — двойной мост; 6 — детектор; 7 — измеритель разности фаз.

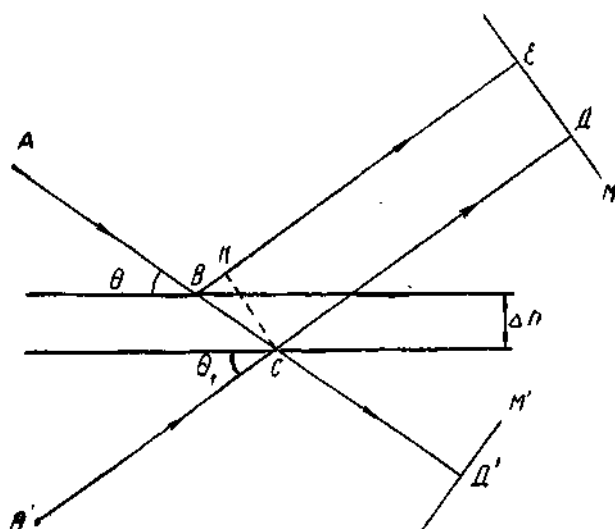


Рис. 1.

Проектируя устройство при помощи описанного выше способа, необходимо учесть следующее. При прохождении металлического листа в зоне действия электромагнитных лучей могут иметь место изменения амплитуды и фазы отраженного излучения.

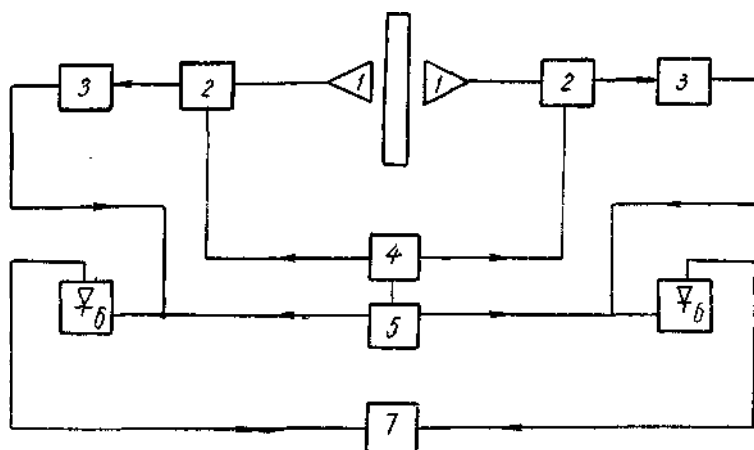


Рис. 2.

Рассмотрим природу факторов, вызывающих эти изменения. На станах горячего проката будет иметь место интегральное излучение в очень широком спектре частот. Определенная мощность этого излучения приходится на зону той длины волны, которая принята для измерения. Так как температура листа в процессе прокатки меняется, то и мощность излучения будет меняться. Изменение температуры окружающей среды приведет к изменению размеров волновода и конструкций, на которых

они будут крепиться, вызывая изменение базового расстояния. Окалина на поверхности металлического листа ведет к флуктуации отраженного луча как по амплитуде, так и по фазе. При своем движении лист будет вибрировать, вызывая модуляцию отраженного луча с частотой вибрации. С изменением частоты генератора меняется длина волны; появляется дополнительная погрешность. Прокатываемый металл не будет иметь идеально гладкой поверхности, что вызывает рассеянное отражение и изменение амплитуды и фазы отраженного излучения.

Рассмотрение всех поставленных выше задач преследует цель — выявить вопрос о погрешностях, вносимых различными факторами, и найти способ их устранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rev. scient. Instrum. 1960, 31, No 3, P. 313—316.
 2. Ф. Б. Черный. Распространение радиоволн. Изд-во «Советское радио», 1962.
 3. Beger James. B., Van Blade J. Peterson Harold A. Microwave thickness detector.
-