

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХЧАСТОТНОГО МЕТОДА В УСЛОВИЯХ  
ДВИЖЕНИЯ КОНТРОЛИРУЕМОГО ИЗДЕЛИЯ**

В. И. УРУСОВ

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры информационно-измерительной техники)

Характерной особенностью двухчастотного метода по сравнению с другими электромагнитными методами является намагничивание ферромагнитного изделия двумя переменными полями: слабым высокочастотным и достаточно сильным — низкочастотным. В результате такого намагничивания на измерительной катушке датчика возникает э. д. с., содержащая как низкочастотные, так и высокочастотные гармоники. Возможность использования не только основных, но и высших гармоник значительно увеличивает количество информации о контролируемом изделии и делает двухчастотный метод эффективным средством исследования свойств и контроля параметров ферромагнитных материалов и изделий.

Следует отметить, однако, что несмотря на достаточно глубокие и обширные исследования двухчастотного метода, до настоящего времени остаются мало изученными вопросы взаимодействия двухчастотного датчика с движущимся изделием. Между тем наличие сильного низкочастотного поля может оказать существенное влияние на результаты контроля, при переходе от неподвижных изделий к быстро движущимся. Учитывая важность такого вопроса при разработке контрольной аппаратуры для поточного производства (например, прокатного), нами проведены соответствующие экспериментальные исследования по изучению влияния движения изделия на выходной параметр двухчастотного накладного датчика, в качестве которого выбрано среднее значение второй гармоники, в зависимости от скорости движения изделия, соотношения частот высокочастотного и низкочастотного полей намагничивания, радиуса низкочастотной катушки и зазора между датчиком и изделием.

Блок-схема экспериментальной установки и конструкции датчика, применяемые при исследованиях, приведены соответственно на рис. 1, а, б. Установка содержит два генератора — высокочастотный  $G_{\omega}$  и низкочастотный  $G_{\Omega}$ , фильтр нижних частот  $\Phi$ , усилитель мощности УМ, датчик, имеющий три катушки — две намагничивающих ( $w_{\omega}$ ,  $w_{\Omega}$ ) и измерительную  $w_2$ , избирательный вольтметр ИВ, электронный осциллограф ЭО и устройство, позволяющее заменить поступательное движение изделия вращательным. Объектом испытаний является диск из углеродистой стали, вращаемый двигателем постоянного тока. Изменением тока возбуждения двигателя можно было ре-

гулировать скорость вращения диска от 0 до 30 об/сек, что соответствовало линейной скорости движения диска в центре датчика от 0 до 15 м/сек.

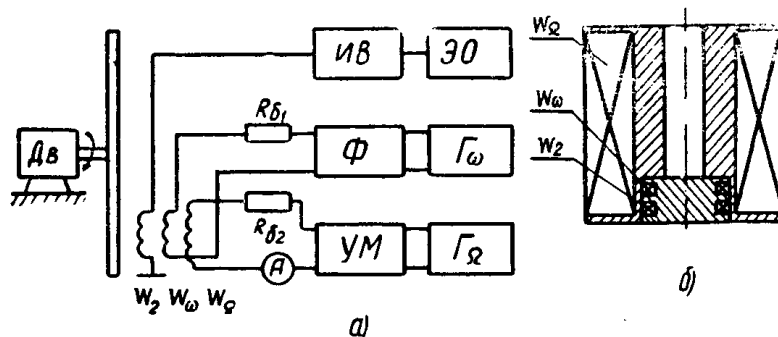


Рис. 1. Блок-схема установки (а) и конструкция датчика (б)

Для количественной оценки величины «скоростного эффекта» введен безразмерный коэффициент

$$K_v = \frac{U_{2\omega_{ср}v}}{U_{2\omega_{ср0}}},$$

где  $U_{2\omega_{ср}v}$  — среднее значение напряжения второй гармоники при движении объекта со скоростью  $V$ , м/сек;

$U_{2\omega_{ср0}}$  — то же при  $V = 0$ .

Графики зависимостей скоростного коэффициента  $K_v$  от скорости  $V$

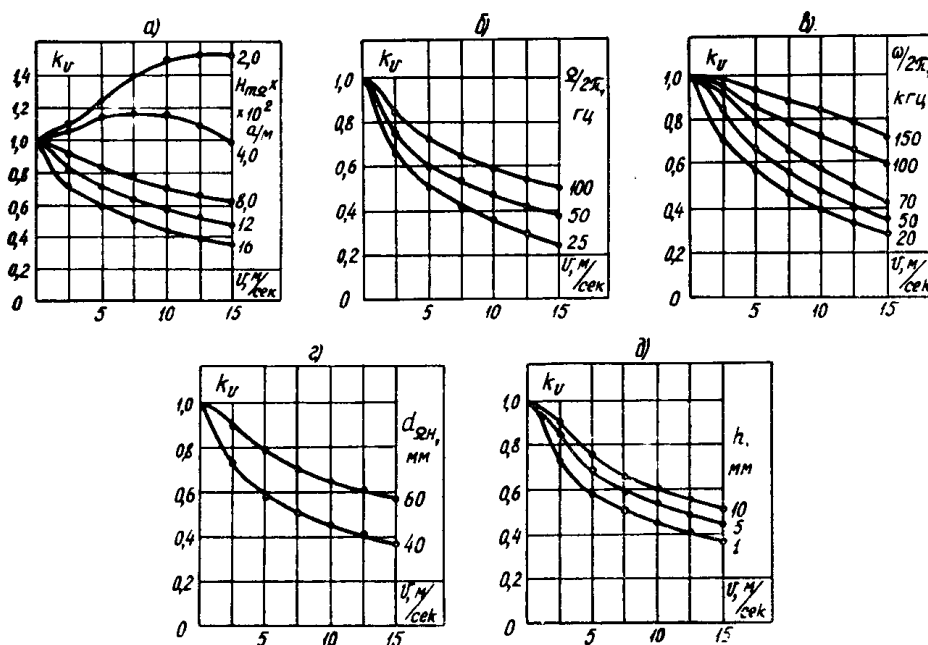


Рис. 2. Зависимости скоростного коэффициента  $k_v$  от скорости  $V$  при различных условиях испытаний

движения объекта дают наглядное представление о «скоростном эффекте». На последующих рисунках приведены кривые  $K_v = f(V)$  при изменении величины низкочастотного поля  $H_{m\Omega}$  (рис. 2, а) и его частоты  $\Omega$  (рис. 2, б); частоты высокочастотного поля (рис. 2, в), диаметра низкочастотной катушки  $d_{\Omega H}$  (рис. 2, д) и зазора  $h$  (рис. 2, е).

Анализ полученных результатов показывает следующее:

1. Величина изменения среднего значения второй гармоники на выходе датчика при движении объекта контроля зависит от скорости последнего, причем эта зависимость в общем случае носит нелинейный характер. Если в области слабых низкочастотных полей движение изделия вызывает рост второй гармоники по сравнению со статическим случаем, то в области средних и сильных низкочастотных полей движение изделия приводит, как правило, к уменьшению второй гармоники.

2. «Скоростной эффект» зависит как от параметров намагничивающих полей ( $H_{m\Omega}$ ,  $\Omega$ ,  $H_{m\omega}$ ,  $\omega$ ), так и от диаметра низкочастотной катушки и зазора между датчиком и объектом. При увеличении частот высокочастотного и низкочастотного полей, а также диаметра низкочастотной катушки и зазора, «скоростной эффект» уменьшается. Однако рекомендовать увеличение частоты низкочастотного поля и зазора для уменьшения «скоростного эффекта» не представляется возможным, так как при этом резко уменьшается общий уровень выходного сигнала. Таким образом, для уменьшения «скоростного эффекта» можно рекомендовать увеличение двух величин: частоты высокочастотного поля и диаметра низкочастотной катушки.

---