

**ВЛИЯНИЕ ДВИЖЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ НА ВЫЯВЛЯЕМОСТЬ  
ЕГО ДЕФЕКТОВ ПРИ ДВУХЧАСТОТНОМ МЕТОДЕ  
КОНТРОЛЯ**

В. И. УРУСОВ

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

Вопрос о влиянии движения изделия на выявляемость его дефектов любым электромагнитным методом является очень важным при разработке дефектоскопической аппаратуры, применяемой в поточном производстве. Не случайно поэтому, что исследованию данного вопроса уделяется столь большое внимание. Так, например, в [1] показано, что сигналы от дефектов, снятые с помощью индикатора в виде индукционной катушки с ферромагнитным сердечником, при скоростях движения до 15 м/сек всегда растут по сравнению со статическим случаем. Аналогичные результаты получены в [2] при применении в качестве индикатора дефектов феррозонда-полимера. Однако в работе [3] утверждается, что сигналы от дефектов, снятые ферросондом-градиентометром в динамике, в 2—10 раз меньше величины сигналов, снятых в статике.

В отличие от магнитоиндукционного и феррозондового методов, основанных на считывании магнитных полей рассеяния над дефектами, при двухчастотном методе с помощью высокочастотного поля регистрируется изменение намагниченности изделия в зоне дефекта, создаваемой низкочастотным полем. Поэтому характер влияния скорости движения изделия на выявляемость его дефектов при двухчастотном методе может быть иным, чем при магнитных методах контроля.

С целью определения этого характера нами были проведены соответствующие экспериментальные исследования на установке, блок-схема которой описана в [4]. Объектами исследований являлись диски из углеродистых сталей толщиной от 2 до 10 мм, на которых были нанесены поверхностные и глубинные дефекты. Параметры этих дефектов показаны на рис. 1. Оценка выявляемости дефектов проводилась по отношению  $A_c/A_{ш}$ . Параметры  $A_c$  и  $A_{ш}$  брались с экрана осциллографа, развертка которого была синхронизирована со скоростью вращения диска. При исследованиях применялись абсолютные (рис. 2, а) и дифференциальные датчики самосравнения (рис. 2, б), имеющие специальную обмотку для создания дополнительного постоянного поля  $H_0$ .

В результате исследований установлено, что применение двухчастотных датчиков абсолютного значения для контроля дефектов движущихся изделий имеет принципиальную трудность, обусловленную тем, что уже в статике выходной сигнал датчика, в качестве которого было выбрано среднее значение второй высокочастотной гармо-



ники, промодулирован с двойной частотой низкочастотного поля, что затрудняет выделение напряжения, промодулированного по амплитуде сигналом от дефекта. Учитывая эту трудность, основные исследования по определению характера влияния движения изделия на вы-

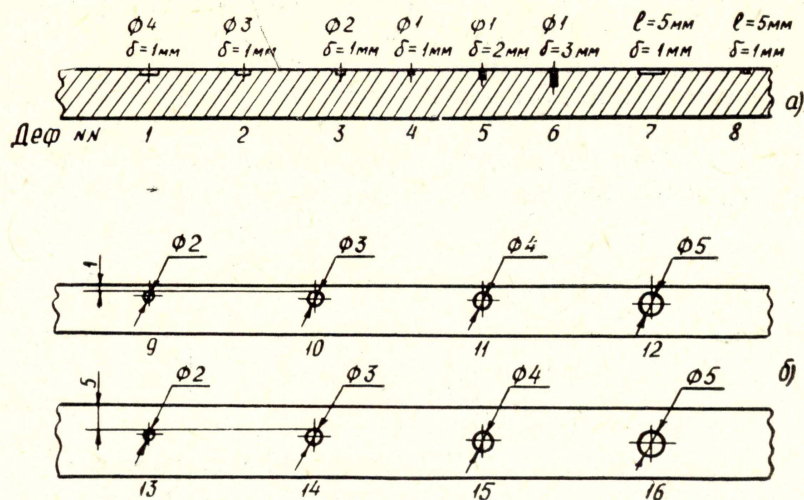


Рис. 1. Параметры искусственных поверхностных (а) и глубинных (б) дефектов

являемость его дефектов проводились с дифференциальными датчиками самосравнения. При этом измерительные катушки датчиков располагались так, что линия, соединяющая центры катушек, была на-

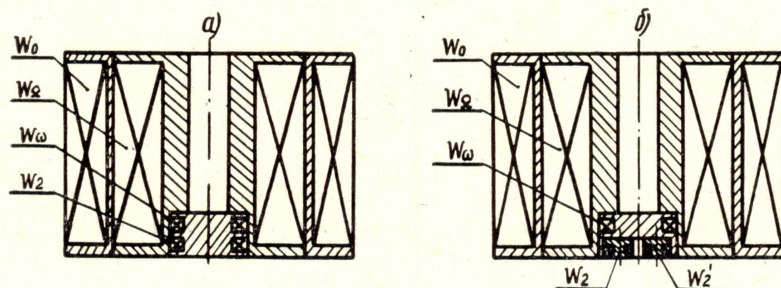


Рис. 2. Конструкция абсолютного (а) и дифференциального датчика самосравнения (б)

правлена или параллельно, или перпендикулярно к вектору скорости движения изделия.

Исследования с датчиками, у которых линия, соединяющая центры катушек, была направлена параллельно вектору скорости, показали, что с ростом скорости движения изделия отношение  $A_c/A_{ш}$  от поверхностных и глубинных дефектов монотонно уменьшается за счет увеличения  $A_{ш}$  (рис. 3, а). Рост  $A_{ш}$  объясняется нарушением идентичности условий, в которых находятся измерительные катушки при движении изделия, вызванного смещением максимума низкочастотного поля вблизи изделия по ходу движения. Это приводит к раскомпенсации выходных напряжений измерительных катушек, что увеличивает  $A_{ш}$  и, следовательно, ухудшает выявляемость дефектов ( $A_c/A_{ш}$ ).



При перпендикулярном направлении линии, соединяющей центры измерительных катушек, к вектору скорости движения явления раскомпенсации выходных напряжений катушек не наблюдалось, так как при таком расположении измерительные катушки оказываются в одинаковых условиях и при движении изделия относительно датчика. Исследования показали, что при таком расположении увеличение скорости движения изделия от 0 до 15 м/сек практически не влияет на величину отношения  $A_c/A_w$  от поверхностных и внутренних дефектов, залегающих на глубине до 3—4 мм от поверхности (рис. 3, б). Поэтому при применении круглых двухчастотных накладных датчиков для контроля дефектов движущихся изделий следует рекомендовать именно такое расположение измерительных катушек.

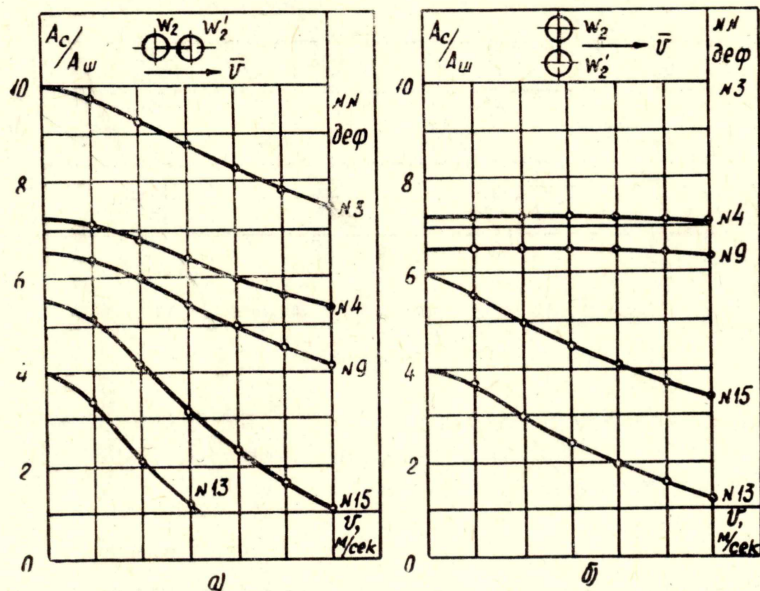


Рис. 3. Влияние движения изделия на выявляемость его дефектов

Следует отметить, что при обоих способах расположения измерительных катушек увеличение скорости движения изделия до 15 м/сек вызывает незначительное уменьшение амплитуды сигналов  $A_c$  от поверхностных и подповерхностных дефектов (не более 5—7%) по сравнению со статическим случаем и в сильной степени влияет на их длительность. Что касается внутренних дефектов, залегающих на глубине более 3—4 мм от поверхности, то для них наблюдается заметное уменьшение амплитуды сигнала  $A_c$  с увеличением скорости и это уменьшение тем значительнее, чем глубже находится дефект. Это явление объясняется тем, что при подмагничивании движущегося изделия дополнительным постоянным полем  $H_0$  в нем наводятся вихревые токи, оказывающие существенное влияние на процесс намагничивания глубинных слоев изделия. Появляющийся поверхностный эффект не позволяет промагничивать глубинные слои и, следовательно, выявлять дефекты, залегающие на значительной глубине от поверхности. Так, при  $V = 15$  м/сек дефект № 13 не выявлялся на фоне шумов, в то время как в условиях статики он выявлялся с отношением  $A_c/A_w$  не менее четырех при тех же условиях контроля.

Увеличение величины постоянного подмагничивающего поля и диаметра катушки, создающей это поле, позволяет улучшить разрешающую способность двухчастотного метода к глубинным дефектам.



## ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Власов. Исследования по скоростной электромагнитной рельсовой дефектоскопии. ФММ, т. 5, вып. 2, 1957.
  2. Б. П. Довнар, В. А. Шербирина. Исследование полей дефектов при скоростной электромагнитной дефектоскопии рельсов. 1956, «Дефектоскопия», № 1.
  3. Н. С. Саворовский, Г. С. Тропников. Бесконтактная система поперечного намагничивания труб. 1970, «Дефектоскопия», № 2.
  4. В. И. Урусов. Исследование двухчастотного метода в условиях движения контролируемого изделия. Настоящий сборник.
-