

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВИХРЕТОКОВЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Существующими в настоящее время геодезическими методами измерений трудно, а в отдельных случаях практически невозможно определить с необходимой точностью перемещение, наклон и соосность отдельных частей и узлов работающего технологического оборудования. Поэтому для определения различных геометрических параметров инженерно-технологического оборудования необходима разработка новых измерительных средств, позволяющих автоматизировать процесс измерений до труднодоступных поверхностей, а также вести дистанционный съем информации.

В настоящее время в промышленности для контроля режима работы различных машин, агрегатов и оборудования широко используют неразрушающие методы контроля, предполагающие использование различных взаимодействий полей, излучаемых приборами контроля с контролируруемыми объектами. По типу физических явлений различают радиационные, радиоволновые, оптические, акустические, магнитные, проникающих веществ, тепловые, электрические и вихретоковые методы контроля [1].

Анализ используемых средств контроля показывает, что радиационные и радиоволновые методы основаны на применении сложной электронной аппаратуры, требующей высококвалифицированных специалистов.

Оптические методы приводят к значительной потере достоверной информации вследствие изменений оптических свойств окружающей газовой среды.

Магнитные и электрические методы зависят от изменения температурных условий среды.

Вихретоковые методы позволяют вести бесконтактные измерения в различных агрессивных средах. Их отличает высокая устойчивость против температурных и механических воздействий, конструктивная простота, высокая производительность. Это обусловило их широкое применение для контроля толщин стенок и защитных покрытий, смещений, вибраций, обнаружения дефектов. На основе вихретоковых методов в СССР и за рубежом создано большое количество различных приборов. Например, толщиномеры ВТ, дефектоскопы и структуроскопы серии ВД и ВС, приборы авиационной промышленности ПГД-2М, ДНМ, и др.

В МВТУ им. И. Э. Баумана разработан прибор ВТИЛПС-10-2, имеющий 10 независимых каналов измерения перемещений в

двух диапазонах (0...50 мкм и 0...300 мкм) и два канала измерения скорости вращения [2], в Куйбышевском авиационном институте — устройство ИРВ-1 для контроля угловых и радиальных смещений [3] и ряд других.

Создание малогабаритных электронных устройств, позволяющих помимо линейных перемещений выполнять прецизионное нивелирование труднодоступных поверхностей в динамическом режиме позволяет решить ряд инженерно-технических задач по

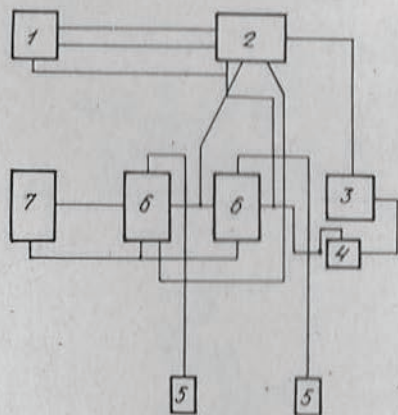


Рис. 1. Принципиальная схема электронного устройства измерения перемещений:

1, 7 — стабилизирующие блоки питания, 2 — сумматор, 3 — индикатор, 4 — устройство балансирования, 5 — вихретоковые преобразователи (ВТП), 6 — приемопередатчики.

безаварийной эксплуатации различного технологического оборудования.

Для измерения смещений и изменения наклонов различных токопроводящих поверхностей мы разработали специальное электронное устройство, состоящее из элементной базы отечественного и зарубежного производства (рис. 1).

Вихретоковые преобразователи (ВТП) совместно с приемопередатчиками составляют прибор близостного измерения расстояний. В качестве такого прибора принята система фирмы «Bently Nevada».

ВТП изготовлены из материалов, устойчивых к воздействию различных агрессивных средств. Для защиты измерительной и возбуждающей катушек ВТП от коррозии нижняя часть их покрыта эпоксидной смолой. ВТП вмонтированы в стальные корпуса.

Приемопередатчики питаются от источника электропитания 18 В постоянного тока 25 мА. Температурный режим работы приемопередатчиков составляет  $-29...+65^{\circ}\text{C}$ . Приемопередатчики служат одновременно генераторами и приемниками высокочастотных сигналов. Поступающее от блока питания стабилизированное напряжение приводит приемопередатчик в действие, и он питает ВТП. Приемопередатчики принимают возвращенный от ВТП сигнал и преобразуют его в напряжение, пропорциональное изменению расстояния между ВТП и наблюдаемой поверхностью.

Выходное напряжение приемопередатчика, поступающее от ВТП, характеризуется функцией [1]

$$u_b = u_0 e^{-\frac{h_0 + \Delta h}{a}} k, \quad (1)$$

где  $u_0$  — напряжение на измерительной катушке ВТП при начальном расстоянии  $h_0$  между концом преобразователя и наблюдаемой поверхностью;  $\Delta h$  — значение изменения первоначального

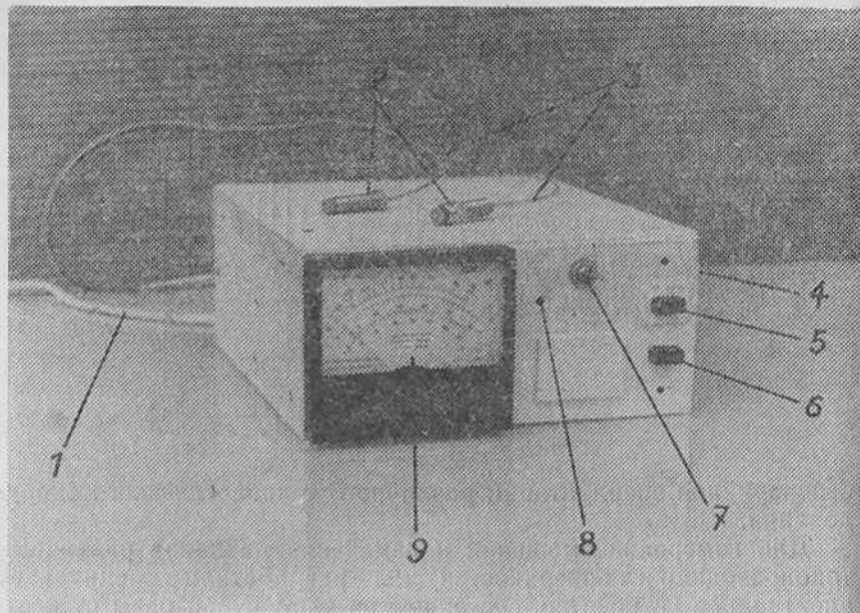


Рис. 2. Устройство измерения перемещений и наклонов.

рассмотренного расстояния;  $a$  — ширина возбуждающей катушки ВТП;  $k$  — коэффициент, зависящий от чувствительности ВТП.

По изменению  $u_b$  можно судить о характере и перемещении наблюдаемой поверхности.

В случае необходимости определения превышения между наблюдаемыми объектами либо наклона поверхности в работу вводятся ВТП, установленные над точками, превышение (наклон) между которыми находят. В этом случае с двух приемопередатчиков сигналы поступают в суммирующее устройство, где происходит их сложение. При этом следует заметить, что значения сигналов имеют разную полярность. На выходе сумматора имеем

$$\Delta u = k_y u_0 e^{-k \frac{h_0}{a}} \left( e^{k \frac{\Delta h_1}{a}} - e^{k \frac{\Delta h_2}{a}} \right), \quad (2)$$

где  $k_y$  — коэффициент усиления сигналов;  $\Delta h_1$  и  $\Delta h_2$  — соответственно изменения начальных расстояний в точках измерений 1 и 2.

Зная знак полярности каждого ВТП, по знаку величины  $\Delta i$  можно определить направление наклона наблюдаемой поверхности.

Из сумматора выходной сигнал подается на измерительный блок, где может фиксироваться различными устройствами (цифровыми вольтметрами, устройствами записи на магнитную и перфоленту и другими).

Перемещения и наклоны наблюдаемых объектов можно измерять и в линейной системе мер, прокалибровав предварительно для этой цели шкалу измерительного прибора.

Общий вид разработанного электронного устройства представлен на рис. 2.

В комплект устройства входит подсоединительный кабель 1 к сети 220 В, вихретоковые преобразователи 2 с подсоединительными кабелями 3 и соответственно прибор для измерения контролируемых величин.

На передней панели прибора имеется кнопка 6 включения питания прибора, кнопка 5 включения питания микросхемы суммирующего устройства, тумблер 7 для включения индикатора 9, юстировочный винт 8 для установки нулевого отсчета на шкале индикатора (прибор Ц-20). В боковой части прибора имеется гнездо 4 для подключения вспомогательных регистрирующих устройств (самописцев, цифровых индикаторов и т. п.).

Следует отметить, что перед началом измерений обязательно необходимо выполнить калибровку шкалы измерительного устройства, ибо значение выходного напряжения в значительной мере зависит от структуры металла токопроводящих поверхностей, над которыми установлены ВТП. Рабочий диапазон измерений данным устройством в зависимости от структуры токопроводящей поверхности находится в пределах 0 ... 2,5 мм.

1. Герасимов В. Г. и др. Методы и приборы электромагнитного контроля промышленных изделий. М., 1983. 2. Карпов В. М. Система многоканальных измерений динамических параметров роторов на основе электродинамических преобразователей // Тез. докл. III обл. науч.-техн. конф. «Неразрушающие методы контроля качества материала, полуфабрикатов и деталей». Куйбышев, 1975. С. 52—53. 3. Шатерников В. Е. Быстродействующее устройство для контроля динамических качеств изделий // Многопараметровый контроль в машиностроении. Ростов н/Д, 1971. С. 42—46.

Статья поступила в редакцию 16.04.88