

## БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С ИНДУКТИВНЫМ ДАТЧИКОМ

Метод «Начальной производной»\* открывает новые возможности в построении измерительных преобразователей (ИП) с повышенным быстродействием [1]. В статье рассматривается ИП с индуктивным датчиком для измерения различных физических параметров, реализующий этот метод.

Блок-схема прибора приведена на рис. 1. Прибор работает в режиме «Старт—стоп». Время работы определяется длительностью исследуемого процесса и задается блоком управления (БУ). По сигналу с объекта исследования БУ формирует интервал, соответствующий предполагаемой длительности исследуемого процесса, и на время этого интервала открывает клапан  $I$  (Кл  $I$ ). Очередным импульсом с тактового генератора (ТГ) запускается ждущий мультивибратор (ЖМ), который формирует импульс длительностью  $2$  мксек. Передним фронтом импульса производится сброс счетчика (Сч), а задним запускается формирователь опросного импульса (ФОИ). Опросный импульс вызывает переходный процесс в измерительной цепи (ИЦ), содержащей первичный преобразователь  $L_1$  и дифференцирующую индуктивность  $L_2$  (рис. 2). Ток в  $L_1$  меняется по закону, близкому к экспоненциальному, и его производная имеет максимальное значение в начале переходного процесса. Напряжение на дифференцирующей индуктивности

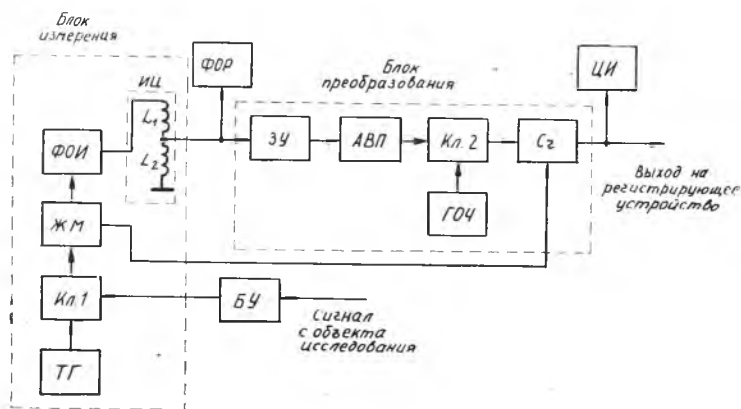


Рис. 1. Блок-схема прибора

\* Секисов Ю. М. Анализ эквивалентной схемы измерительного преобразователя, работающего по методу (начальной производной). См. наст. сб., стр. 11.

пропорционально первой производной тока в ИЦ, а его максимальное значение является результатом измерения.

Амплитуда импульсов сигнала измеряется фотоосциллографическим регистратором (ФОР) или с помощью амплитудно-цифрового преобразователя (АЦП). При измерениях с помощью АЦП выходной сигнал запоминается в запоминающем устройстве (ЗУ), а затем преобразуется во временной интервал, амплитудно-временным преобразователем (АВП). Здесь возможны и другие виды преобразователей [2].

АВП формирует интервал времени, длительность которого пропорциональна амплитуде сигнала. При этом открывается клапан 2, который пропускает импульсы с генератора образцовой частоты (ГОЧ) на вход счетчика. Результат измерения снимается со счетчика в двоичном параллельном коде и фиксируется регистрирующим устройством. При низкой частоте опросных импульсов используется визуальная регистрация по цифровому индикатору (ЦИ). По окончании интервала с БУ Кл. 1 закрывается, и цикл измерений заканчивается.

Принципиальная электрическая схема блока измерения представлена на рис. 3. Тактовый генератор выполнен по схеме мультивибратора  $T_1, T_2$  и имеет три частоты следования опросных импульсов: 0,2 гц, 15 кгц, 60 кгц. Минимальная частота предназначена для снятия статических характеристик ИП. Формирователь опросных импульсов состоит из формирователя интервала  $T_6, T_7$  и усилителя-ограничителя  $T_8$ . Потенциометром  $R_{21}$  длительность импульса изменяется от 0,5 до 2 мксек. Для уменьшения влияния ключа  $T_{10}$  на работу формирователя используется согласующий каскад  $T_9$ .

В ИП применяется бесконтактный индуктивный датчик перемещения ( $L_1 = L_0 + \Delta L$ ) с начальным значением индуктивности  $L_0 = 1$  мгн. Для получения выходного сигнала, пропорционального  $\Delta L$  датчик включен в дифференциальную измерительную схему ( $L_2 = L_0$ ). Чувствительность преобразователя по напряжению составляет 20 мв/мкм, чувствительность с АЦП — Здв.ед./мкм. С помощью  $R_{24}$  производится регулировка чувствительности. Для установки нуля используются индуктивности  $L_3, L_4$ .

Сквозная статическая характеристика ИП представлена на рис. 4.

Нелинейность характеристики определяется в основном нелинейностью  $L = f(x)$  первичного преобразователя и составля-

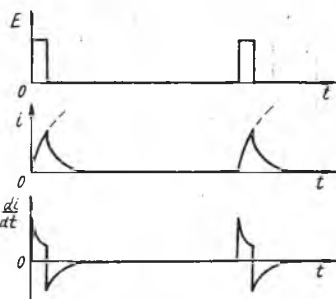
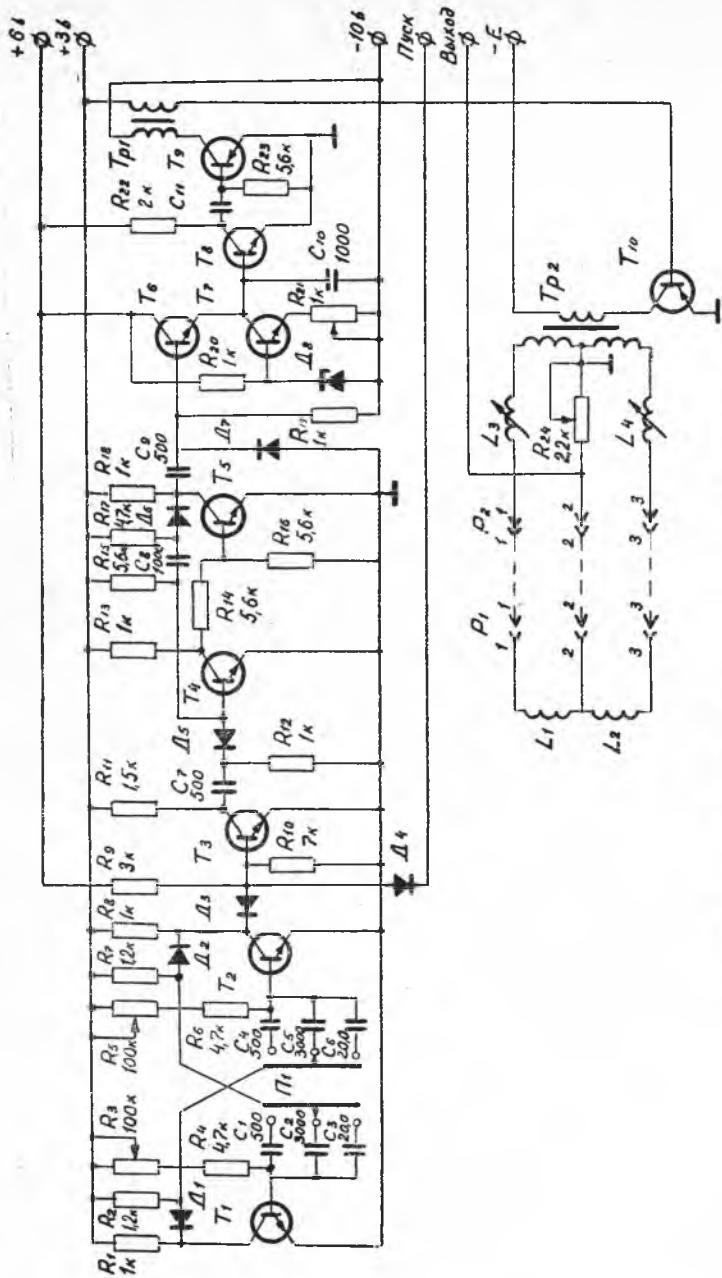


Рис. 2. Переходные процессы в измерительной цепи



Р и с. 3. Принципиальная электрическая схема блока измерения

T<sub>1</sub> → T<sub>7</sub> — КТ200А; T<sub>9</sub> — П416Б; T<sub>10</sub> — ГТ321Г.  
 Д<sub>1</sub> → Д<sub>6</sub> — Д220Б5Б; Д<sub>3</sub> — Д808

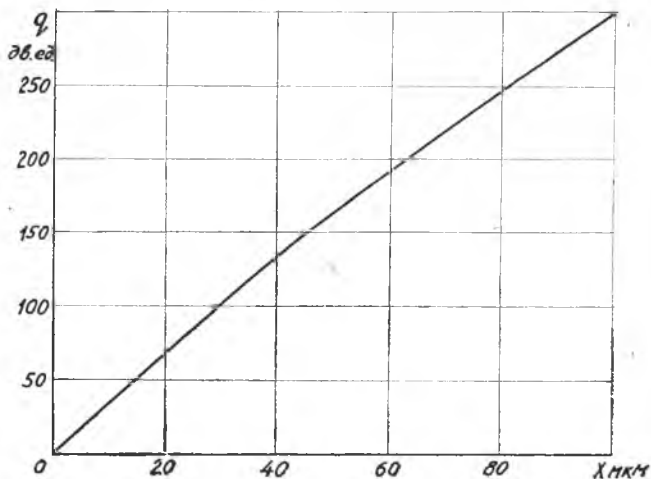


Рис. 4. Статическая характеристика:  $x$  — величина зазора,  $q$  — показания счетчика

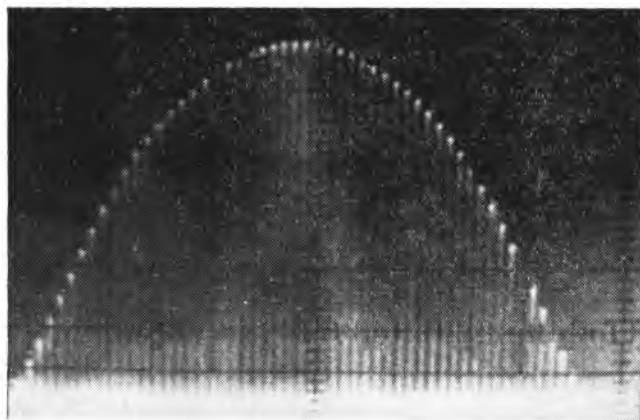


Рис. 5. Начальный участок переходного процесса в механической системе при ударном возбуждении. Частота опросных импульсов — 60 кгц

ет на участке 0—60 мкм 1%, а на участке 0—100 мкм —4%.

Время с момента подачи импульса опроса до момента достижения на выходе ИЦ максимального значения выходного сигнала принимается за время измерения ИП и составляет 0,4 мсек.

Испытания ИП показали, что прибор обладает достаточно высоким быстродействием и может использоваться для измерения параметров удара, импульсных давлений, для исследо-

вания переходных процессов в механических, пневматических и гидравлических системах.

Регистрация результатов измерения может производиться на фото пленку в аналоговом виде (рис. 5) и в цифровой форме записываться на магнитную ленту или в память электронной цифровой вычислительной машины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Болтянский А. А. и др. Построение быстродействующих преобразователей при использовании переходных процессов. «Измерительная техника», № 4, 1969.

2. Хризман С. С. Цифровые измерительные приборы и системы. «Наукова думка», Киев, 1970.

**В. Г. ИОФФЕ, В. К. КОМПАНЕЦ  
Ю. В. ПШЕНИЧНИКОВ, В. И. ТЕРСКИХ**

## ЦИФРОВОЙ ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УСИЛИЯ И ИМПУЛЬСА УСИЛИЯ

При стендовой отработке двигателей точное измерение таких параметров, как давление, расход топлива, усилие позволяет значительно сократить количество испытуемых изделий, повышает их качество и делает более экономичным сам процесс испытаний. В последнее время к стендовым измерительным системам предъявляются требования не только точного измерения параметров, но и информационной обработки выходного сигнала. Такую задачу выполняет цифровой прибор для измерения усилия и интегральной оценки импульса усилия. Разработанный прибор может быть особенно полезен на стендах, не оснащенных цифровыми вычислительными машинами.

Технические данные прибора:

диапазон измеряемых перемещений, пропорциональных усилию, 0—20 мм;

форма импульса, близкая к трапеции, длительность 6—60 мсек с фронтами не менее 2 мсек;

максимальная частота повторения импульсов для  $\tau = 6$  мсек — 30 гц, для  $\tau = 60$  мсек — 10 гц;

основная погрешность не более 0,5% (с предварительной тарировкой);

частота опроса 2,5, 5, 10 кгц.

Прибор осуществляет запись импульса в аналоговой форме и регистрирует в цифровом коде интеграл импульса на