

# **Разработка экспериментальной установки для изучения взаимосвязи механических и электрофизических свойств конструкционных сталей при растяжении**

**Э.М. Баширова, Д.А. Заварихин, А.В. Захаров**

Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салавате,  
Стерлитамакский филиал Академии наук республики Башкортостан

В настоящее время значительное внимание уделяют исследованию взаимосвязи механических и электрофизических свойств конструкционных сталей, подвергнутых значительным, вплоть до разрывных, деформациям. При этом в исследуемых материалах происходит накопление дефектов, которые оказывают существенное влияние на их электрофизические свойства. Эти исследования представляют существенный интерес для специалистов неразрушающего контроля при установлении корреляции между прочностными характеристиками металлов и их электрофизическими свойствами.

Для проведения комплексных исследований механических и электрофизических свойств металлических образцов была разработана экспериментальная измерительная установка. Автоматизация средств и процессов исследования механических и электрофизических свойств материалов является неизбежной из-за большой трудоемкости, малой оперативности и низкой производительности процессов измерений и обработки экспериментальных данных. При ручном управлении процессом испытания материалов достоверность получаемых результатов в значительной мере определяется квалификацией экспериментатора и приспособленностью аппаратуры к калибровке, поверке и перестройке. В большинстве случаев ручные способы требуют чрезмерных затрат времени для получения необходимого объема информации о свойствах испытуемых материалов.

Наиболее перспективны АИК (автоматизированный исследовательский комплекс), содержащие в своем составе персональный компьютер (ПК), и представляющие собой универсальные измерительные комплексы с программным управлением процессами испытания, измерения и обработки информации, представлением результатов в заданном виде (таблицы, графики и пр.) и хранением информации [1]. Особенностью АИК является также автоматическая калибровка по внутренним калибраторам (образцовой мере) перед каждым циклом измерения, что позволяет снизить влияние изменяющихся во времени составляющих погрешности измерения, а также исключить погрешности, вносимые оператором при ручном способе управления.

На рисунке 1 изображена структурная схема компьютеризованного исследовательского комплекса на базе серийно выпускаемых машин для испытания на растяжение, сжатие, кручение и усталость.

Для измерения и преобразования усилия в электрический сигнал используются тензометрические динамометры и трансформаторные индукционные датчики углового перемещения 5, которые являются электромеханическим устройством, вырабатывающим постоянное электрическое напряжение, пропорциональное углу поворота стрелки динамометра. Электрическое напряжение с выхода датчика через нормирующий преобразователь 8 и аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 7 поступает в ПК 9.

Персональный компьютер ПК, имеет встроенную плату сопряжения TP801 фирмы Tie-Pie, которая содержит цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) и АЦП, анализатор спектра, позволяет записывать переходные процессы. Плата сопряжения имеет полосу пропускания по двум каналам 50 МГц, по одному каналу – 100 МГц, амплитуда сигнала от 100 мВ до 80 В, погрешность измерения 1 %, имеет встроенную систему метрологического обеспечения и обработки результатов измерений.

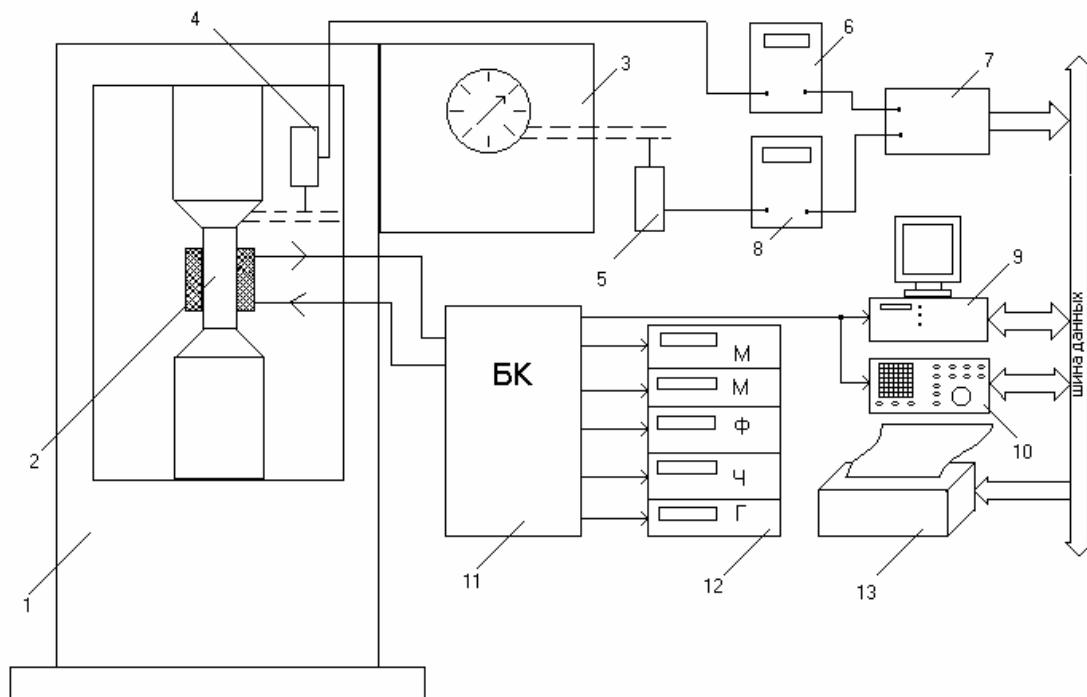


Рисунок 1 - Автоматизированная установка для исследования электрофизических и механических свойств металлов:

1 – испытательная машина; 2 – испытуемый образец с проходным вихретоковым преобразователем; 3 – динамометр; 4 - индукционный датчик линейного перемещения; 5 - индукционный датчик углового перемещения; 6,8 - нормирующие преобразователи; 7 – АЦП; 9 – ПК; 10 – осциллограф; 11 - блок коммутации; 12 - блок измерительных приборов (М – мультиметр; Ф – фазометр; Ч – частотомер; Г – генератор); 13 - принтер

Плата TP801 осуществляет связь электромагнитных преобразователей с персональным компьютером. Измерение электрофизических свойств металла образца производится проходными или накладными вихретоковыми преобразователями (ВТП). Для формирования сигнала, поступающего на обмотку возбуждения ВТП, и обработки сигнала, поступающего с измерительной обмотки ВТП, используется программный комплекс SpectraLab фирмы Sound Technology Ins. Программное обеспечение SpectraLab позволяет осуществить генерирование сигнала любой формы в диапазоне  $0 \div 40$  кГц, амплитудой  $0 \div 2$  В. Осциллограф Epson – 320 позволяет визуально наблюдать и измерять амплитуду и фазу сигналов по двум каналам. Измерение электропроводности осуществлялось также с помощью

цифрового электронного моста МЭН-2, имеющего диапазон измерения от  $10^{-6}$  до 190 Ом с погрешностью  $(0,5 + 0,25(R_k/R_x - 1)) \%$ , где  $R_k$  - верхний предел измерения. Блок коммутации позволяет подключать сигнал ВТП к входу образцовых измерительных приборов, т.е. имеется возможность оценить погрешность измерительного комплекса.

#### Список литературы

1 Коробов А.И., Бражкин Ю.А., Экономов А.Н. Автоматизированная установка для измерения упругих свойств металлических проволок в области упругих и пластических деформаций // Измерительная техника. – 2000. № 9. – С. 48-50.