

Из таблицы видно, что интенсивность обратнорассеянного пучка максимальна от железа, что, по-видимому, связано с флуоресценцией атомов железа, которые эффективно возбуждаются рентгеновской трубкой с медным анодом.

Использование рентгенооптических элементов позволяет получать первичный пучок рентгеновского излучения с заданными параметрами, что позволяет повысить разрешающую способность системы регистрации обратнорассеянного рентгеновского излучения.

Литература

1. Дудчик, Ю.И. Многоэлементная сферическая преломляющая линза для формирования

микро- и наноразмерных пучков рентгеновского излучения // Вест. Белорус. гос. ун-та. Сер. 1, Физика. Математика. Информатика. – 2008. – № 2 – С. 26–30.

2. Kumakhov M.A. Channeling of photons and new x-ray optics, Nucl.Instr& Meth., 1990, B48,1–4, pp. 283–286.

3. Сканер для получения изображения объектов в обратнорассеянных рентгеновских лучах / Ю.И. Дудчик, Г.И. Хилько, П.В. Кучинский, А.Н. Новик, М.И. Новик, И.В. Белый, Крекотень О.В. // Материалы девятой Международной научно-технической конференции «Приборостроение–2016». – Минск, БНТУ, 2017. – С. 50–51.

УДК 621.3.049.77: 681.586

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ ЦИФРОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ

Здоровцев С.В., Кушнеров Д.П., Сушко В.А.

ОАО «МНИПИ», Минск, Республика Беларусь

В работе представлены результаты разработки и исследования информационно-измерительной системы (ИИС) на базе цифровых функциональных электронных модулей (ФЭМ).

Для реализации ИИС был выбран принцип построения архитектуры модульных устройств [1], предусматривающий следующие особенности: многоканальная обработка; микропроцессорная и микроконтроллерная организация; обеспечение независимости метрологических характеристик каналов измерения от внешних каналов обмена информацией; структуризация вычислительного процесса, основанная на выделении проблемных, управляющих и коммуникационных процедур аппаратно-программная поддержка основных процедур; модульная структура программных и аппаратных средств; специализация модулей на реализацию процессов; увеличение объема и глубины самоконтроля; программируемость архитектуры ИИС; многоуровневая адаптируемость к изменяемым требованиям, благодаря возможности модернизации и развития прикладного и системного программного обеспечения, гибкого наращивания аппаратных средств, а также возможности модернизации аппаратных модулей и их замены более совершенными устройствами.

Структурная схема ИИС представлена на рисунке 1.

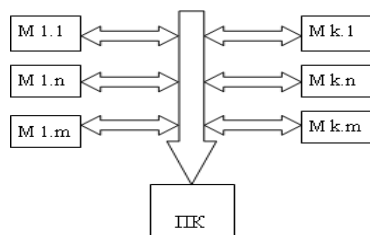


Рисунок 1 – Структурная схема ИИС

В данной схеме архитектура ИИС формируется в виде сетевых иерархических микрокомпьютерных объединений (М1.1,... М 1.n,... М 1m, ...М k.1,...М k.n,...М k.m) с распределенными базами данных и обработкой данных, считываемых с чувствительных элементов (датчиков) в реальном масштабе времени.

Такая структура ИИС обеспечивает ряд преимуществ:

- расширение числа функций, реализуемых в системах;

- углубление и усложнение обработки считываемых с датчиков данных, направленные на увеличение информативности формируемых результатов при сокращении объемов хранения малоинформативных данных;

- развитие объемов числовой обработки данных на иерархических уровнях системы, в том числе на первом уровне, на котором реализуется предварительная обработка сигналов датчиков;

- организацию сетевого протокола обмена данными по каналам обмена информацией;

- сокращение числа каналов передачи аналоговой информации в пользу цифровых каналов, обеспечивающее снижение чувствительности систем к внешним помехам;

- обеспечение независимости метрологических характеристик каналов измерения от внешних каналов обмена информацией;

- увеличение объема и глубины самоконтроля систем.

Исследования были проведены для ИИС в составе 8 ФЭМ для контроля дифференциального давления, объема газа, электропроводности растворов, оптической плотности растворов, освещенности, индукции постоянного магнитного поля, ускорения, расстояния.

ФЭМ были построены на базе 32 разрядных микроконтроллеров семейства ST на ядре ARM Cortex-M3 [2].

В качестве регистратора данных использовался персональный компьютер (ПК) Intel Pentium G 2.8 ГГц с характеристиками: объем ОЗУ не менее 2 Гбайт, разрешение экрана монитора не менее 10254×746 пикселей, наличие порта USB. Для функционирования ИИС было разработано специальное ПО «DIGITAL LABORATORY» на базе ОС Windows XP SP3, Windows Vista, Windows 7 SP1; платформа Microsoft .NET Framework 4 и специальное ПО для ФЭМ «Digital Sensors».

На рисунках 2–6 представлены результаты исследования ИИС в режимах контроля дифференциального давления (0 – 700 кПа); освещенности (0 – 65535 лк); индукции магнитного поля (- 0,8 – + 0,8 мТл); электропроводности растворов (0 – 5 мСм/см); расстояния (0,04 – 4,0 м).



Рисунок 2 – Информационное окно ПК в режиме контроля дифференциального давления



Рисунок 3 – Информационное окно ПК в режиме контроля освещенности



Рисунок 4 – Информационное окно ПК в режиме контроля индукции постоянного магнитного поля

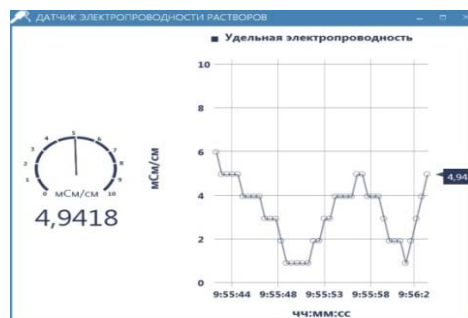


Рисунок 5 – Информационное окно ПК в режиме контроля электропроводности растворов

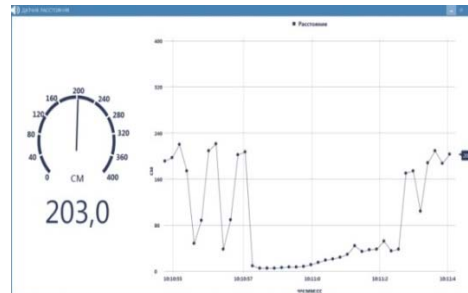


Рисунок 6 – Информационное окно ПК в режиме контроля расстояния

Разработанная ИИС предназначена для мониторинга и контроля параметров различных объектов и окружающей среды и может быть использована как для промышленного применения, так и для выполнения физических и химических экспериментов в научных и учебных лабораториях. Прикладное ПО обеспечивает математическую обработку полученных данных и их отображение на экране ПК в виде гистограмм, графиков, таблиц. Предложенное техническое решение повышает точность и наглядность выполнения экспериментов, предоставляет дополнительные возможности по автоматической обработке данных и анализу полученных результатов.

Основными преимуществами ИИС являются:

- возможность избирательного подключения ФЭМ в зависимости от решаемых задач;
- возможность реализации многоканального режима работы ИИС в реальном времени;
- возможность автоматизированного сбора и обработки данных при выполнении многочисленных измерений и экспериментов;
- возможность наращивания ФЭМ и программно-аппаратных средств системы;
- возможность изменения конфигурации ИИС в зависимости от требований потребителя.

Литература

1. Пьявченко О.Н., Панин А.Е., Мокров А.Е. Принципы построения и архитектура перспективных информационно-измерительных систем мониторинга, диагностики и управления на базе интеллектуальных датчиков. – электронный ресурс, режим доступа: <http://www.microsystems.ru/files/publ/>

2. Здоровцев С.В., Кушнеров Д.П., Паршков А.В., Сушко В.А. Функциональный электронный модуль контроля линейных перемещений // Материалы 10-й Международной научно-

технической конференции «Приборостроение – 2017 г. Минск 1–3 ноября 2017 г. – Минск: БНТУ 2017. – С. 48–50.

УДК 620.178

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ПОДАТЛИВЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ПОРТАТИВНЫХ ТВЕРДОМЕРОВ

Рудницкий В.А., Зинькевич Н.В., Кутепов А.Ю., Гнутенко Е.В., Ланцман Г.А.

*Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси
Минск, Республика Беларусь*

Ни одно мероприятие по контролю и диагностике промышленных объектов не обходится без определения их физико-механических свойств. Особое место при оценке физико-механических свойств конструкций занимает измерение твердости. Данная характеристика имеет связь с прочностью, а также, при построении корреляционных зависимостей для отдельных видов материалов, с пределом текучести.

В нашей стране и за рубежом широко распространены портативные цифровые приборы, реализующие различные методы определения твердости. В зависимости от способа приложения нагрузки, портативные твердомеры подразделяются на статические и динамические. Статические твердомеры реализуют методы Бринелля, Виккерса или Роквелла, а динамические – метод отскока Лееба [1].

Целью работы являлось проведение сравнительного анализа точности измерения твердости податливых конструкций портативными приборами Krautkramer TIV, ИПМ1-А и динамическим твердомером Т-10 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Портативные твердомеры

Твердомер Krautkramer TIV реализует метод определения твердости по Виккерсу в единицах HV с возможностью перевода в единицы HB или HRC по стандартизованным таблицам. Прибор ИПМ1-А – твердомер, позволяющий регистрировать диаграмму вдавливания и определять динамическую твердость по Мейеру [2]. При этом измерения в работе проводились в 2-х вариантах: используя стандартные градуировки и с применением методики корректировки показаний твердости, разработанной специально для податливых конструкций [3]. Для оценки точности измерений портативных приборов проводилось сравнение с твердостью, полученной с помощью стационарного твердомера Бринелля ТШ-2М.

В качестве податливых конструкций были выбраны трубы с диаметром 172, 170, 148 и 108 мм (рисунок 2). Толщина стенки трубы варьировалась от 9,5 до 2 мм.



Рисунок 2 – Исследуемые образцы

Для исключения фактора недостаточной массы внутри трубы на консистентную смазку притиралась массивная цилиндрическая болванка. В таблице представлены усредненные по пяти измерениям результаты, полученные на трубах стационарным и портативными приборами.

Таблица – Показания портативных твердомеров

Диаметр, мм	Толщина, мм	Твердость, НВ				
		ТШ-2М	TIV	T-10	ИПМ-1А без методики	ИПМ-1А с методикой
172	Торец	202	206	198	195	202
	8,5		200	183	194	201
	7,5		204	184	193	201
	6,5		201	175	187	196
	5,5		197	165	183	197
	4,5		198	153	168	192
170	3,5	202	125	151	196	
	Торец	240	237	236	242	243
	9,5		239	230	227	238
	8,5		235	222	231	241
	7,5		239	212	226	241
	6,5		230	206	223	238
5,5	236		203	220	238	
148	4,5	235	189	217	235	
	Торец	167	166	171	167	167
	7,5		167	142	156	164
	5,5		165	136	150	163
	4,5		164	131	143	163
3,5	170		67	112	164	
108	Торец	174	176	159	165	172
	4	140	139	110	120	137
	3		150	95	94	130
	2		147	30	62	131