

Автоматизированная система управления образцовой силоизмерительной машиной

Виктор Роженцев, Юрий Прокопенко, Владимир Мараховский, Александр Шаманин

В статье описана построенная на базе промышленного компьютера система управления образцовой силоизмерительной машиной 2-го разряда ОСМ2-200-10, используемой в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений при передаче размера единицы силы от эталонов образцовым и рабочим средствам измерений. Реализованная система управления повысила объективность определения результатов и производительность труда при проведении метрологической аттестации образцовых динамометров 3-го разряда, используемых для поверки рабочих средств измерения силы, в том числе испытательных машин и прессов.

ВВЕДЕНИЕ

Требования к обеспечению единства измерений, в том числе физических величин, в РФ определены законом [1]. Выполнение метрологических требований к характеристикам и параметрам приборов и оборудования для измерения физических величин имеет первостепенное значение и способствует повышению качества продукции, обеспечению взаимозаменяемости узлов и деталей машин, совершенствованию технологии, автоматизации производства и решению ряда других вопросов в практической деятельности человека.

Единство измерений в области воспроизведения и передачи размера единицы силы, одной из важнейших физических величин в механике, регламентировано государственным стандартом [2]. Поверочная схема стандарта устанавливает соподчинение эталонов и образцовых средств измерения, а также порядок и точность передачи размера единицы силы от эталонов образцовым, а от них рабочим средствам измерения. Метрологическая аттестация рабочих средств измерения силы, в том числе испытательных машин [3, 4, 5], выпускаемых по ГОСТ [6, 7] и используемых для сертификации металлопродукции и других материалов, производится с помощью образцовых динамометров

3-го разряда [8] (далее по тексту – ОД), которые, в свою очередь, поверяются методом прямых измерений на образцовых силоизмерительных машинах 2-го разряда [9], входящих в государственную поверочную схему стандарта [2].

Большинство республиканских и региональных центров стандартизации и

метрологии в РФ, осуществляющих государственный метрологический надзор за рабочими средствами измерения силы, и соответствующие организации в странах бывшего СССР обеспечены образцовыми силоизмерительными машинами 2-го разряда типа ДО2 [10] и ОСМ2 [11]. Принцип действия машин



Рис. 1. Внешний вид машины ОСМ2-200-10 (фотография макета)

[10, 11] основан на применении взвешенных с высокой точностью грузов, находящихся в поле тяжести Земли, массы которых, будучи умноженными на ускорение свободного падения на определённой географической широте, образуют кратные единицы силы для конкретного географического района. Эти уникальные машины, разработанные в 60-х годах прошлого столетия (их выпуск прекращён в начале 80-х годов) и предназначенные в основном для поверки единственных существовавших в то время механических ОД [8] и динамометров общего назначения, имеют морально и физически устаревшую элементную базу системы управления, не обеспечивающую надёжную работу и не позволяющую повысить уровень автоматизации процесса поверки, требуют визуального снятия показаний с индикатора ОД и ручного оформления протокола поверки, что приводит к значительным затратам времени и не исключает возможности появления субъективных ошибок со стороны оператора. К недостаткам образцовых силоизмерительных машин [11] также следует отнести неудобство работы с двумя пультами управления, размещёнными в разных местах.

В настоящей статье описывается автоматизированная система управления образцовой силоизмерительной машиной, построенная на базе промышленного компьютера, которая в значительной степени устраняет отмеченные недостатки.

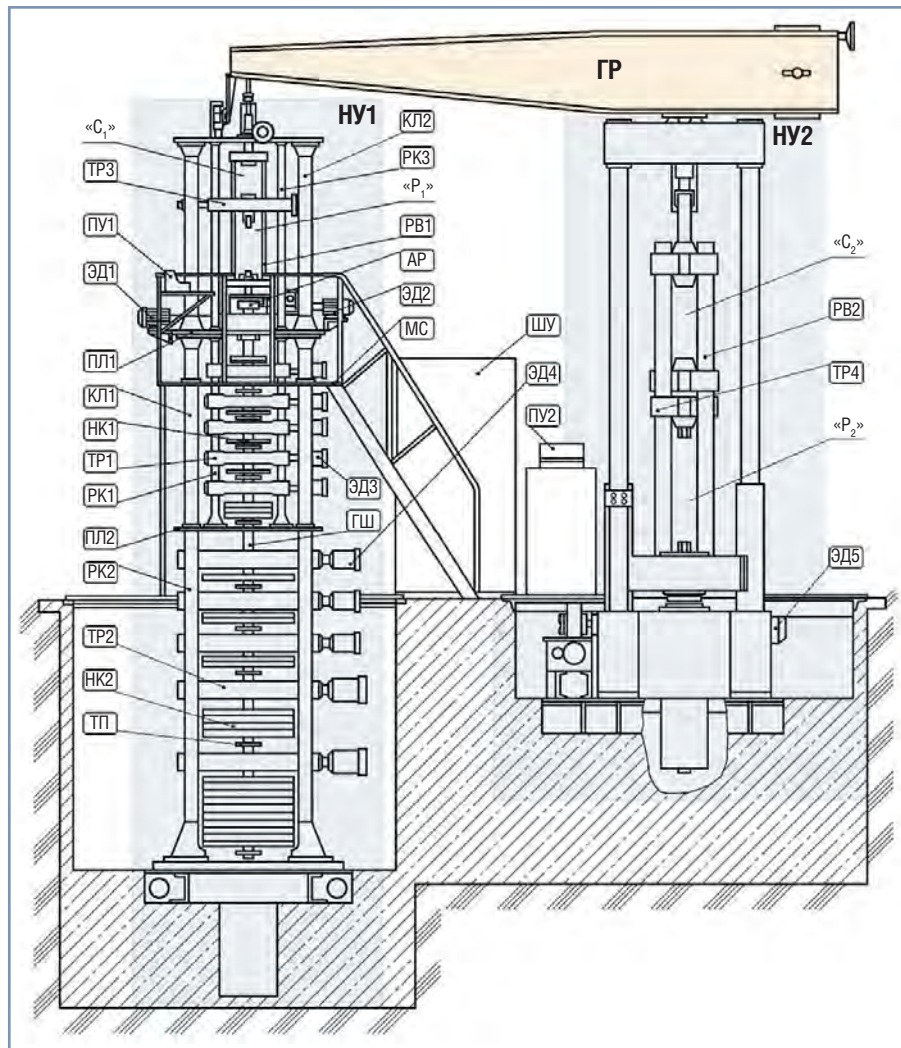
Описываемая система (разработчик ОАО «СКБИМ», г. Армавир) реализована при проведении модернизации образцовой силоизмерительной машины 2-го разряда ОСМ2-200-10 (на рис. 1 приведена фотография её макета), эксплуатируемой в ФГУП «РОСТЕСТ» (г. Москва).

Далее в статье для краткости она называется системой управления и измерения.

ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Машина ОСМ2-200-10 (далее – установка) предназначена для поверки и калибровки ОД и датчиков силы повышенной точности путём воспроизведения единицы силы и передачи её размера поверяемым средствам измерения.

Устройство установки показано на рис. 2, а её основные технические характеристики приведены в табл. 1.



Условные обозначения: НУ1, НУ2 – первое и второе нагружающие устройства; ПУ1, ПУ2 – первый и второй пульта управления; ГР – грузовой рычаг; КЛ1, КЛ2 – первая и вторая пары гладких колонн; ПЛ1 и ПЛ2 – первая и вторая плиты; НК1, НК2 – первая и вторая нагружающие колонки; РВ1, РВ2 – первый и второй реверсоры; АР – арретир; ГШ – грузовая штанга; ТП – тарельчатый поддон; ЭД1...ЭД5 – электродвигатели; ТР1...ТР4 – траверсы; РК1...РК3 – первая, вторая и третья пары резьбовых колонн; МС – мостик; ШУ – шкаф управления; «С₁», «С₂» – первая и вторая зоны сжатия; «Р₁», «Р₂» – первая и вторая зоны растяжения.

Рис. 2. Устройство установки

Установка состоит из нагружающих устройств НУ1 и НУ2, соединённых между собой посредством неравноплечего грузового рычага ГР, и имеет два режима работы: режим непосредственного нагружения (режим «НН»), в котором применяется только нагружающее устройство НУ1; режим «ОСМ», использующий оба нагружающих устройства и грузовой рычаг. Управление установкой в режиме «НН» осуществляется с пульта управления ПУ1, а в режиме «ОСМ» – с пульта управления ПУ2.

Нагружающее устройство НУ1 представляет собой жёсткий каркас, образованный двумя парами гладких колонн КЛ1 и КЛ2, связанный плитами ПЛ1 и ПЛ2. Условно нагружающее устройство можно разделить на три секции, разделённые плитами ПЛ:

верхнюю для работы в режиме «НН»; среднюю, где расположены нагружающие колонки НК1 с мерами силы величиной 0,5 кН (2 шт.), 1 кН (2 шт.) и 2 кН (1 шт.); нижнюю секцию с нагружающими колонками НК2 с мерами силы величиной 5 кН (1 шт.), 10 кН (2 шт.), 20 кН (1 шт.) и 50 кН (1 шт.). К нижней раме реверсора РВ1, в зоне которого располагаются поверяемые ОД, через тягу арретира АР подвешена грузовая штанга ГШ, представляющая собой металлический стержень с жёстко закреплёнными на нём десятью тарельчатыми поддонами ТП, на которые в процессе нагружения накладываются меры силы. Штанга имеет кольцевой буртик (на рис. 2 не показан), с помощью которого она арретируется. Арретир АР представляет собой устрой-

Таблица 1

Основные технические характеристики образцовой силоизмерительной машины 2-го разряда ОСМ2-200-10

ХАРАКТЕРИСТИКА	ЗНАЧЕНИЕ
Скорость наложения мер силы на штангу	100 мм/мин
Потребляемая мощность	10,8 кВт
Габаритные размеры	6290×2150×7150 мм
Масса	37 500 кг
РЕЖИМ «НН»	
Диапазон воспроизводимых сил	От 2 до 100 кН
Наименьшая величина силы при нагружении/разгружении	0,5 кН
Погрешность воспроизведения силы	±0,05%
Скорость нагружения/разгружения	1,5 мм/мин
РЕЖИМ «ОСМ»	
Диапазон воспроизводимых сил	От 10 до 2000 кН
Наименьшая величина силы при нагружении/разгружении	10 кН
Погрешность воспроизведения силы	±0,2%
Скорость нагружения/разгружения	0,5; 1 или 2 мм/мин

ство из двух червячно-винтовых домкратов (верхнего и нижнего), винты которых имеют возможность с помощью электродвигателей ЭД1 и ЭД2 в режиме «НН» совершать возвратно-поступательное движение (электродвигатели аналогичных домкратов для режима «ОСМ» на рис. 2 не показаны). При арретировании штанги винты верхнего и нижнего домкратов при встречном движении одновременно зажимают кольцевой буртик штанги, тем самым фиксируя её в определённом положении, а при разарретировании освобождают штангу от фиксации. Кроме того, арретир используется при нагружении/разгружении поверяемых ОД в режиме «НН». Меры силы, которыми нагружается штанга, а следовательно, и поверяемый ОД, представляют собой грузы из стальных хромированных дисков в средней секции и плит в нижней секции. Диски и плиты прокалиброваны на образцовых весах 3-го разряда [12] и подвешены на траверсах ТР1 и ТР2 в средней и нижней секциях соответственно, которые с помощью электродвигателей ЭД3 и ЭД4 (по 5 шт. в каждой секции) перемещаются по резьбовым колоннам РК1 и РК2. Меры силы и траверсы по центру имеют отверстия для прохождения штанги. Штанга в сборе с реверсором РВ1 прокалибрована и представляет собой меру силы величиной 2 кН. Суммарный набор мер силы в режиме «НН» составляет 100 кН, что обеспечивает поверку ОД с пределами измерения от 20 до 100 кН.

При проверке ОД в режиме «НН» оператор, находящийся на мостике МС в непосредственной близости от поверяемого ОД, с помощью переключателей пульта управления ПУ1 последователь-

но выполняет следующие операции: арретирует штангу, управляя электродвигателями ЭД1 и ЭД2; размещает поверяемый ОД в зоне испытаний (ОД сжатия в зоне «С₁» и ОД растяжения в зоне «Р₁») и перемещением траверсы ТР3 (электродвигатель перемещения траверсы на рис. 2 не показан) по колоннам РК3 устанавливает требуемое расстояние между опорными площадками при проверке на сжатие и между захватами при проверке на растяжение; подвергает ОД предварительному обжатю, для чего с помощью электродвигателей ЭД3 и ЭД4 перемещает вниз траверсы с мерами силы, образующими в сумме предельное значение силы для поверяемого ОД, в результате чего меры силы накладываются на соответствующие поддоны штанги; разарретировывает штангу и выдерживает заданную нагрузку обжатия в течение 5 минут; арретирует штангу и разгружает ОД; разарретировывает штангу и нагружает ОД винтом верхнего домкрата арретира до минимально возможной величины силы; арретирует штангу винтом нижнего домкрата арретира; аналогично операции обжатия задаёт нагрузку, соответствующую первой поверяемой точке, а после разарретирования штанги визуально считывает показания с индикатора ОД и вручную заносит их в протокол проверки; повторяет операции нагружения для остальных поверяемых точек, считывает показания с индикатора ОД и заносит их в протокол; после регистрации показаний индикатора ОД на последней поверяемой точке в режиме нагружения в обратном порядке разгружает ОД и снимает показания с его индикатора в тех же точках, что и при нагружении. Определение метрологических параметров ОД регламен-

тируется стандартом [13], в соответствии с которым погрешность ОД определяется после его трёхкратного нагружения/разгружения в точках, соответствующих 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100% номинального значения силы, измеряемой ОД.

Для работы установки в режиме «ОСМ» штанга ГШ арретирована и нагружающие устройства НУ1 и НУ2 соединяются рычагом ГР. Отношение длинного и короткого плеч рычага составляет 20/1, поэтому предел воспроизводимой установкой силы увеличивается в двадцать раз относительно режима «НН» и достигает величины 2000 кН.

В этом режиме работы установки поверяемые ОД при заарретированной штанге размещаются в зоне сжатия «С₂» или подвешиваются в зоне растяжения «Р₂» реверсора РВ2 нагружающего устройства НУ2. Требуемое расстояние между опорами в зоне «С₂» и захватами в зоне «Р₂» устанавливается перемещением траверсы ТР4 (электродвигатель перемещения траверсы на рис. 2 не показан). Перед проверкой установленный (подвешенный) ОД после разарретирования штанги уравнивается техническими разновесами таким образом, чтобы рычаг ГР принял строго горизонтальное положение. О горизонтальном положении рычага сигнализирует блок фотодатчиков (на рис. 2 не показан), представляющий собой измерительный мост постоянного тока с фоторезисторами в противоположных плечах, которые освещаются лампами накаливания, и микроамперметром со средним нулевым положением, включённым в диагональ моста. Фоторезисторы от источников света закрыты флажком, жёстко закреплённым на штанге ГШ. Когда ось рычага ГР смещена относительно горизонтального положения, флажок перекрывает рабочую площадь фоторезистора в одном плече моста больше, чем в противоположном плече. При этом измерительный мост разбалансирован и стрелка индикатора микроамперметра смещена относительно среднего положения. В случае горизонтального положения рычага флажок перекрывает ровно половину рабочей площади обоих фоторезисторов, мост находится в сбалансированном состоянии, а стрелка индикатора микроамперметра – в нулевом положении.

Режим «ОСМ» обеспечивает ручное и полуавтоматическое управление работой установки. В ручном режиме управления оператор, используя органы

управления пульта ПУ2, выполняет операции поверки в следующей последовательности: производит обжатие ОД; арретирует штангу; переключателями пульта управления задаёт нагрузку, соответствующую первой поверяемой точке, и выбирает требуемую скорость нагружения (0,5; 1 или 2 мм/мин); нажатием кнопки «пуск» накладывает заданные меры силы на поддоны штанги; разарретирует штангу, при этом рычаг ГР смещается относительно горизонтального положения; затем, нагружая поверяемый ОД с помощью электродвигателя ЭД5, приводит рычаг ГР в горизонтальное положение. Разрешение на считывание показаний с индикатора ОД даёт блок фотодатчиков. Последующие поверяемые точки в режиме нагружения/разгружения задаются и контролируются аналогично.

В полуавтоматическом режиме оператор после обжатия ОД последовательно задаёт нагрузки, соответствующие поверяемым точкам, штанга автоматически арретируется и меры силы накладываются на поддоны штанги, а оператор после получения разрешения от блока фотодатчиков считывает показания с индикатора поверяемого ОД и заносит их в протокол поверки.

Режим «ОСМ» обеспечивает поверку ОД с пределами измерения от 100 до 2000 кН.

Силовая и коммутационная аппаратура установки (автоматические выключатели, контакторы, реле и др.) размещена в шкафу управления ШУ.

Установки [10, 11] изготавливались с учётом места их будущей эксплуатации. С этой целью их меры силы прокалиброваны так, чтобы точно выполнялось условие $P = k \times m \times g$, где P – номинальное значение силы [Н], m – фактическое значение массы меры силы [кг], g – значение ускорения силы тяжести в месте эксплуатации установки с учётом четырёх значащих цифр $[m/c^2]$, $k = 0,99985$ – поправочный коэффициент на аэростатическую силу.

ЦЕЛЬ МОДЕРНИЗАЦИИ УСТАНОВКИ И ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ СИСТЕМОЙ

Целью создания системы управления и измерения является повышение уровня автоматизации работ при поверке ОД и объективности определения их метрологических характеристик.

Созданная система должна обеспечивать:

- повышение объективности определения метрологических характеристик поверяемых ОД;

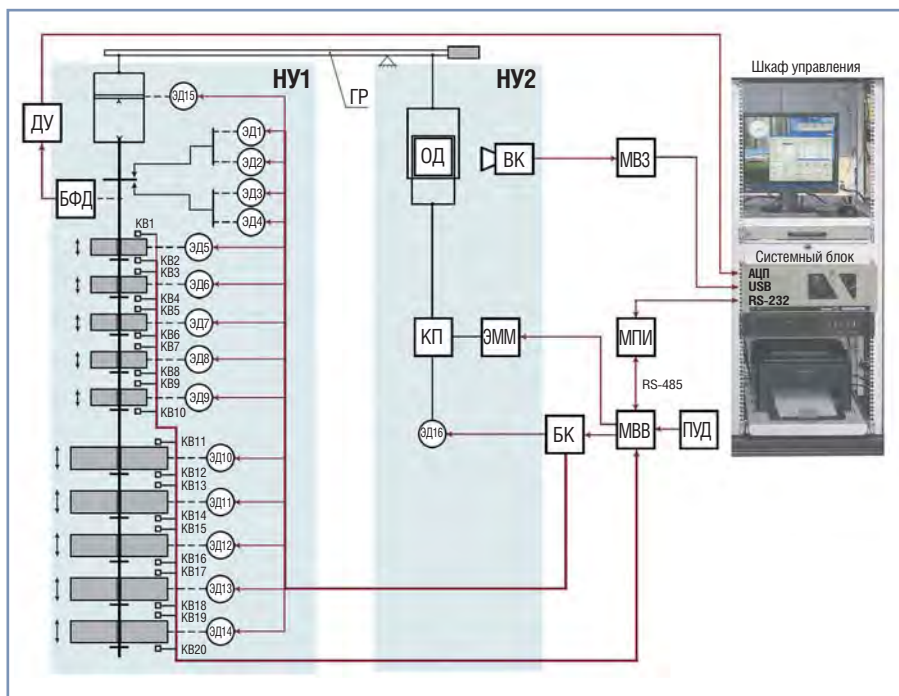
- автоматическую поверку электрических ОД;
- повышение производительности и снижение временных затрат при поверке механических ОД;
- повышение надёжности работы установки, в том числе блока фотодатчиков;
- автоматизацию сбора, обработки и хранения результатов поверки с целью их дальнейшего использования.

ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

Принцип работы установки поясняется структурной схемой, приведённой на рис. 3, на которой показаны состав аппаратуры системы, а также исполнительные устройства и функционально важные для понимания работы установки элементы конструкции (на схеме электрические линии связи выделены красным цветом).

Разработанная система управления и измерения использует штатный электропривод установки, включающий электродвигатели арретира в режиме «НН» (ЭД1, ЭД3) и в режиме «ОСМ» (ЭД2, ЭД4), перемещения грузов (ЭД5...ЭД14), перемещения траверсы реверсора в режиме «НН» (ЭД15) и силового нагружения поверяемого ОД через рычаг в режиме «ОСМ» (ЭД16), которые подключаются к исполнительным устройствам через блок контакторов БК. Помимо этого система использует концевые выключатели установки КВ1...КВ20, контролирующие положение мер силы, сигналы которых поступают на модуль ввода/вывода МВВ и далее через модуль преобразователя интерфейсов МПИ – в системный блок компьютера.

В процессе модернизации установки была выявлена потребность переработки электрической схемы блока фотодатчиков БФД, связанная с необходимостью автоматизировать определение момента считывания показаний с индикатора ОД в процессе его поверки. При разработке новой схемы блока БФД были учтены и другие недостатки его штатного исполнения: низкая чувствительность измерительного моста, отрицательно влияющая на точность определения горизонтального положения грузового рычага установки, и недостаточная надёжность ламп накаливания, используемых в качестве источника света для фоторезисторов измерительного моста. Поэтому в раз-



Условные обозначения: НУ1, НУ2 – первое и второе нагружающие устройства; ГР – грузовой рычаг; БФД – блок фотодатчиков; ДУ – дифференциальный усилитель; ЭД1...ЭД16 – электродвигатели; КВ1...КВ20 – конечные выключатели; ОД – образцовый динамометр; ВК – видеокамера; КП – коробка передач; ЭММ – электромагнитная муфта; БК – блок контакторов; МВВ – модуль видеозахвата; МПИ – модуль преобразователя интерфейсов; МВВ – модуль ввода/вывода; ПУД – пульт дистанционного управления.

Рис. 3. Структурная схема установки



Рис. 4. Фрагмент установки с размещённой видеокамерой при проверке динамометра ДС-2000

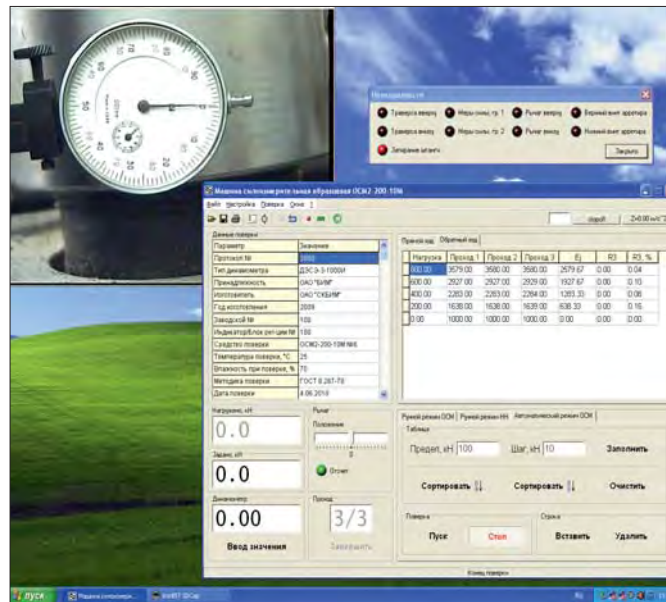


Рис. 5. Экран монитора компьютера с видеоизображением шкалы индикатора динамометра ДС-2000

работанной схеме блока БФД лампы накаливания заменены светодиодами фирмы Sharp, а чувствительность измерительной схемы повышена за счёт усиления выходного сигнала измерительного моста дифференциальным усилителем ДУ, выходной сигнал которого после преобразования АЦП поступает в системный блок компьютера. Компьютер по знаку выходного сигнала усилителя ДУ определяет направление вращения электродвигателя ЭД16 при нагружении/разгрузке ОД, а при нулевом сигнале на выходе усилителя формирует сигнал для отсчёта показаний с индикатора ОД и на отключение электродвигателя ЭД16 от источника электропитания.

Для облегчения работы оператора в установочном режиме (при размещении поверяемых ОД в зоне испытаний и удалении их после поверки) модернизированная установка укомплектована переносным пультом дистанционного управления ПУД, который подключён к модулю ввода/вывода МВВ. Органы управления пульта ПУД обеспечивают управление электродвигателями ЭД15 и ЭД16 при изменении рабочего пространства реверсоров РВ1 и РВ2 (рис. 2).

Программа управления установкой предусматривает следующие режимы работы системы: «ручной режим НН», «ручной режим ОСМ», «полуавтоматический режим ОСМ», «автоматический режим ОСМ», «конец поверки» и «печатать протокола».

Работа оператора в «ручном режиме НН» и «ручном режиме ОСМ» в опре-

делённой степени отличается от работы на установке до её модернизации в этих же режимах. Для повышения производительности труда оператора и улучшения условий его работы использована видеокамера ВК, устанавливаемая в непосредственной близости от индикатора поверяемого ОД. Видеокамера с помощью модуля видеозахвата МВЗ подключена к USB-порту компьютера и обеспечивает дистанционную передачу изображения индикатора ОД на экран монитора компьютера (на рис. 4 и 5 показаны фрагмент установки с видеокамерой, направленной на индикатор механического ОД типа ДС-2000 при его поверке, и экран монитора с видеоизображением шкалы индикатора ОД соответственно). Оператор после загрузки программы испытаний, размещения ОД в зоне испытаний, его обжатия и обнуления индикатора ОД задаёт режим испытаний («ручной режим НН» или «ручной режим ОСМ»), в режиме «ОСМ» выбирает скорость нагружения/разгрузки ОД переключением электромагнитной муфты ЭММ коробки передач КП электродвигателя ЭД16 и заполняет протокол поверки ОД, выведенный на экран монитора, внося данные поверяемого ОД, дату поверки, фамилию лица, выполняющего поверку, температуру воздуха в помещении и др. Нагружение/разгрузка поверяемого ОД осуществляется аналогично тому, как это делалось на установке до её модернизации. Показания индикатора ОД считываются оператором визуально с экрана монитора компьютера и вручную вно-

сятся в выведенный на экран монитора протокол поверки.

«Полуавтоматический режим ОСМ» также использует видеокамеру ВК. Оператор после загрузки программы испытаний и осуществления установочных операций задаёт режим испытаний («полуавтоматический режим ОСМ»), заносит в протокол поверяемые точки, количество нагружений/разгрузок и выбирает скорость нагружения/разгрузки ОД, после чего вводит данные поверяемого ОД и другие необходимые сведения в протокол поверки. Запуск установки производится нажатием на экране монитора компьютера кнопки «Пуск». В процессе нагружения/разгрузки поверяемого ОД осуществляется автоматическое арретирование и разарретирование штанги, наложение соответствующих грузов на штангу и их снятие. При срабатывании на экране монитора индикатора «Отсчёт» оператор визуально считывает показания с индикатора ОД и вручную заносит их в выведенный на экран протокол поверки. По окончании испытания установка переводится в «ручной режим ОСМ», в котором разрешено использование пульта ПУД.

«Автоматический режим ОСМ» реализован для поверки только ОД типа ДЭСЭ и ДЭРЭ производства ОАО «СКБМ». В этом режиме работы выход поверяемого ОД подключается к COM-порту управляющего компьютера и после загрузки программы испытаний, выполнения установочных операций и предварительного заполнения протокола поверки по команде «Пуск»

установка автоматически в соответствии с разработанной программой проводит обжатие ОД и его поверку. Для удаления поверенного ОД из зоны испытаний установка переводится в «ручной режим ОСМ».

Для автоматизации процесса поверки электрических ОД других производителей необходимо знать протокол обмена ОД с компьютером. Поэтому при дальнейшей модернизации установок [10, 11] будет решаться вопрос унификации протокола обмена ОД с компьютером, что обеспечит полную автоматизацию процесса поверки всех электрических ОД в режиме «ОСМ».

Сложность реализации автоматической поверки электрических ОД в режиме «НН» связана с малой деформацией упругих тел их датчиков силы, которая у известных электрических ОД не превышает 1 мм, и техническими возможностями арретира установки. При арретировании грузовой штанги за счёт одновременной фиксации её верхним и нижним винтами арретира усилия на поверяемые ОД достигают нескольких килоньютон, что не позволяет осу-

ществлять поверку ОД с номинальным значением силы меньше 50 кН. По этой же причине такие ОД при обжатии могут быть перегружены и тем самым выведены из строя. Одним из вариантов решения вопроса автоматизации поверки ОД в режиме «НН» является использование блока БФД для арретирования штанги с навешенными на неё мерами сил всегда в одном и том же положении. При этом баланс измерительного моста блока БФД может быть достигнут за счёт соответствующего перемещения траверсы ТРЗ реверсора РВ1 (рис. 2). Следует добавить, что такая доработка связана со значительным изменением конструкции установки.

При поверке ОД производства ОАО «СКБИМ» (в перспективе – и других электрических ОД) в «ручном режиме НН», а также в «ручном режиме «ОСМ» и «полуавтоматическом режиме ОСМ» значения силы, измеренные ОД в поверяемых точках, так же как и в «автоматическом режиме ОСМ», вносятся в протокол поверки через COM-порт управляющего компьютера.

Обработка результатов поверки ОД и формирование протоколов во всех рассмотренных режимах работы установки производится автоматически.

Режим работы «конец поверки» определяет формирование файла с протоколом поверки испытанного ОД, который может быть распечатан после перехода в режим «печать протокола».

АППАРАТНОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Описываемая система управления и измерения традиционно для нашей организации построена на базе одноплатного промышленного компьютера PCA-6184 фирмы Advantech в составе управляющего компьютера AdvantiX компании FASTWEL. Для связи аппаратной части системы с управляющим компьютером используются модули АЦП PCI-1716 и преобразователя интерфейсов ADAM-4522 (оба фирмы Advantech). Компьютер и периферийное оборудование системы размещены в шкафу управления серии PROLINE (1400×600×600 мм) производства фирмы Schroff (рис. 6). Силовая и коммутационная аппаратура помещена в отдельный шкаф (рис. 7). Для передачи изображения шкалы индикатора ОД в системный блок компьютера применена цифровая цветная видеокамера Vari-focal Lens модели Day&Night и аналоговый рекордер серии U55, ко-



Рис. 7. Шкаф с силовой и коммутационной аппаратурой

который используется в режиме видеозахвата.

Программное обеспечение системы разработано в среде Borland C++ Builder и представляет собой приложение, работающее под управлением ОС Windows XP. Взаимодействие управляющей программы с аппаратной частью системы организовано с использованием драйверов в виде пакета библиотек динамической компоновки DLL фирмы Advantech (принцип построения управляющей программы рассмотрен в [5]) и драйверов, обслуживающих коммутационную аппаратуру серии I-7000 компании ICP DAS.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанная система управления и измерения обеспечивает достаточно высокий уровень автоматизации и интеллектуализации работ в сфере метрологической аттестации средств измерения силы повышенной точности. Её внедрение позволило:

- автоматизировать поверку электрических ОД в режиме «ОСМ» в случаях, когда протокол обмена ОД с управляющим компьютером известен;



Рис. 6. Шкаф управления

- повысить достоверность воспроизведения размера единицы силы в режиме «ОСМ» за счёт улучшения технических характеристик блока фотодатчиков, дающего команду на снятие показаний с индикатора поверяемого ОД и обеспечивающего более точное определение горизонтального положения грузового рычага установки;
- повысить производительность работ и сократить время, затрачиваемое на поверку электрических ОД, протокол обмена которых с компьютером неизвестен, и механических ОД за счёт использования единого пульта управления при работе в режимах «НН» и «ОСМ» и регистрации показаний индикатора ОД с помощью видеокамеры;
- повысить объективность определения метрологических характеристик поверяемых электрических ОД за счёт автоматической регистрации показаний их индикатора и исключения человеческого фактора при проведении табличных расчётов, связанных с определением погрешностей как электрических, так и механических ОД;

- автоматизировать оформление протоколов, сбор и хранение результатов поверки;
- повысить эксплуатационную надёжность системы за счёт использования высоконадёжных изделий промышленного назначения. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Об обеспечении единства измерений [Текст] : Федер. закон Российской Федерации от 11 июня 2008 г. № 102-ФЗ.
2. ГОСТ 8.065-85. Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерения силы.
3. Прокопенко Ю.Д., Кастанов А.С., Рожнец В.С. Испытательные прессы нового поколения // Приборы. — 2006. — № 5. — С. 14–16.
4. Рожнец В.С., Прокопенко Ю.Д., Марховский А.В. и др. Новые гидравлические разрывные машины для стандартных испытаний металлопродукции // Заводская лаборатория. — 2010. — № 4. — С. 61–63.
5. Виктор Рожнец, Анатолий Новиков, Александр Шаманин и др. Автоматизированная система для определения механических свойств материалов // Современ-

ные технологии автоматизации. — 2007. — № 2. — С. 72–78.

6. ГОСТ 28840-90. Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования.
7. ГОСТ 28841-90. Машины для испытания материалов на усталость. Общие технические требования.
8. ГОСТ 9500-84. Динамометры образцовые переносные. Общие технические требования.
9. ГОСТ 25864-83. Машины силоизмерительные образцовые 2-го разряда. Общие технические требования.
10. Образцовые динамометры 2-го разряда ДО2-5 и ДО2-100 // Испытательные машины: сводный каталог. — М. : ОНТИприбор, 1966. — С. 79–81.
11. Образцовые силоизмерительные машины ОСМ2-50, ОСМ2-100-5 и ОСМ2-200-10 // Испытательные машины и стенды : сводный каталог. — М. : ОНТИприбор, 1967. — С. 13–15.
12. ГОСТ 24104-88. Весы лабораторные общего назначения и образцовые. Общие технические условия.
13. ГОСТ 8.287-78. Государственная система обеспечения единства измерений. Динамометры образцовые переносные 3-го разряда. Методы и средства поверки.

E-mail: skbim@mail.ru