

КАЛИБРАТОРЫ ДАВЛЕНИЯ РС 6

производства фирмы "SI Pressure Instruments", Англия

А.И.Гончаров, В.Р.Сатановский

В мае 2001 г. по заявке фирмы "SI Pressure Instruments" (Англия) специалисты ГЦИ СИ ВНИИМС провели испытания для целей утверждения типа цифровых калибраторов давления серии РС 6.

Испытания проводились в соответствии с ПР 50.2.009-94 по программе, разработанной ГЦИ СИ ВНИИМС.

Фирма "SI Pressure Instruments" в последние годы стала довольно известной как в Англии, так и за ее пределами среди производителей и потребителей приборов и вспомогательного оборудования для измерений давления, а также для испытаний, поверки и калибровки приборов давления.

В номенклатурном перечне фирмы "SI Pressure Instruments" не только калибраторы давления. Фирма также выпускает эталонные грузопоршневые манометры, автоматизированные поверочные установки и вспомогательное поверочное оборудование (ручные гидро- и пневмонасосы, пневморедукторы и др.).

Фирма "SI Pressure Instruments" имеет сертификат соответствия ISO 9001.

При изготовлении калибраторов давления РС6 в качестве эталонов давления используются высокоточные эталонные грузопоршневые приборы (Desgranges et Huot, Budenberg и АМЕТЕК), периодически сличаемые с национальными эталонами в NPL.

Краткое описание калибраторов давления РС6

Калибраторы давления РС 6 (имеются также модификации РС 6-AV, РС 6 PRO и РС 6 IS) предназначены:

- для поверки, калибровки и испытаний датчиков давления, манометров, электропневматических и пневмоэлектрических преобразователей давления, реле и других приборов давления;

- для точных измерений абсолютного и избыточного давления (в том числе разрежения),

а также разности давлений в диапазоне от минус 95 до 100 МПа;

- для измерений электрических сигналов постоянного тока и напряжения.

Дисплей калибратора позволяет одновременно наблюдать значения измеряемого давления и одного из электрических параметров.

Модель РС 6-AV применяется для поверки и калибровки барометров и высотомеров, а также для точных измерений абсолютного давления.

Модель РС6 IS имеет свидетельство о взрывозащищенности электрооборудования и разрешение на применение в РФ. Это единственный калибратор давления, который разрешено использовать в опасных зонах с аккумуляторным блоком питания и внешними модулями измерений давления.

Калибратор давления РС 6 состоит из набора внутренних и внешних модулей (первичных преобразователей или датчиков давления) и вторичного микропроцессорного блока, управляющего работой калибратора и преобразующего низкоуровневые сигналы первичных преобразователей в цифровую индикацию двухсекционного дисплея. С помощью встроенного электронного блока калибратор давления РС 6 осуществляет функции измерений электрических сигналов.

Применение внутренних и внешних модулей обеспечивает широкий диапазон измеряемого и задаваемого давления, а применение пневматических (LTP1 и TP1) и гидравлических (HTP1) ручных насосов позволяет значительно улучшить эксплуатационные характеристики калибраторов, а также сократить время поверки, калибровки или испытаний средств измерений давления.

Калибратор снабжен специальным программным обеспечением SiCal, значительно расширяющим его функциональные возможности.

Кроме того, калибратор РС 6 имеет:

- аккумуляторный блок питания, что позволяет работать с калибратором как в месте установки приборов давления (электрическое питание от аккумулятора), так и в лаборатории от

сети с одновременной подзарядкой аккумуляторов;

- встроенные источники напряжения (=10 В и =24 В) для питания поверяемых датчиков давления и др. устройств.

Калибратор также имеет режим самопроверки и может задавать и измерять давление практически в любых единицах.

Диапазоны измерений:

- избыточного давления, разрежения
давления – разрежения: минус 100 кПа...100 МПа;
- абсолютного давления 0...10 МПа;
(внутренний модуль РС6-AV 0...200 кПа);
- разности давлений от 0...7 кПа до 3,5 МПа
(статическое давление до 10 МПа);
- напряжения постоянного тока

от 0...100 мВ до 0...50 В;

- постоянного тока, мА 0...50.

Диапазон генерирования электрических сигналов:

- напряжения постоянного тока, В 0...10;

- постоянного тока, мА 0...50.

Встроенный источник напряжения питания постоянного тока для устройств с выходным сигналом (4...20 мА), В: 24.

Предел допускаемой основной приведенной погрешности по всем каналам измерений:

0,025 (РС6 Pro, РС6 IS); 0,05.

Диапазон рабочих температур, °С 0...40.

Диапазон рабочих температур, °С
(с термокомпенсацией) 10 ... 40.

Напряжение встроенного блока питания, В

- регулируемое 10;

- нерегулируемое 24.

Напряжение питания РС6, В 6.

Масса, кг, не более 1,2.

Габариты, мм, не более 110x92x59.

Исследования стабильности калибраторов давления РС 6

Одной из важнейших характеристик калибраторов давления является их стабильность. В связи с этим при метрологических испытаниях важно оценить надёжность информации о стабильности калибраторов, представляемой производителем. Специалисты фирмы ознакомили представителей ГЦИ СИ ВНИИМС с процедурой и результатами испытаний производимых калибраторов давления на долговременную и кратковременную стабильность.

При этом стабильность градуировочной характеристики калибраторов определялась не только при нормальных условиях, но и в условиях наличия внешних воздействий (изменение

температуры окружающей среды, изменение напряжения питания и др.)

Специалисты фирмы предоставили для ознакомления протоколы долгосрочных испытаний некоторых конкретных экземпляров калибраторов давления. Все метрологические характеристики калибраторов соответствовали технической документации фирмы и рекламным материалам.

Специалистами ГЦИ СИ ВНИИМС совместно с представителями фирмы "SI Pressure Instruments" были проведены кратковременные испытания на стабильность основных метрологических характеристик калибраторов давления РС 6 в испытательной лаборатории фирмы на месте производства. Результаты испытаний были положительные.

Однако, опыт показывает, что иногда такой кратковременной процедуры испытаний и экспертизы документации недостаточно для определения стабильности СИ и достоверного назначения межповерочного интервала.

С целью подтверждения временной стабильности калибраторов РС 6, декларируемой производителем, ГЦИ СИ ВНИИМС в течение 10 месяцев проверял долговременную и краткосрочную стабильность (определял основную погрешность и ее составляющие) калибратора РС 6 Pro кл. точности 0,025.

К сожалению, в настоящее время отсутствуют отечественные и иностранные нормативные документы, регламентирующие технические требования и методы испытаний калибраторов давления (в том числе и на стабильность). Однако, учитывая, что основными компонентами калибраторов, от которых, в первую очередь, зависят их метрологические характеристики, являются датчики давления, при разработке программы испытаний РС 6 за основу были приняты следующие документы:

- публикация МЭК 770 "Методы оценки рабочих характеристик датчиков, предназначенных для использования в системах управления промышленными процессами" (Издание 1984г.),

- стандарт SAMA PMS 31.1.1980 "Общие методы испытаний и оценки измерений параметров производственных процессов и контрольно-измерительной аппаратуры" (США);

- ГОСТ 22520-85 "Датчики давления с непрерывными аналоговыми выходными сигналами. ГСП".

Первые два документа носят общий характер (распространяются практически на все виды

измерений (температура, давление, расход и др.) и на любые типы датчиков с аналоговыми выходными сигналами, в том числе и на датчики с нелинейной функцией преобразования. Поэтому, эти документы не могли быть использованы для испытаний калибраторов РС 6 без соответствующей доработки. ГОСТ 22520 также требует существенной переработки для использования его в качестве руководства для определения основной погрешности калибраторов и ее составляющих, особенно при испытаниях на временную стабильность.

Кроме вышеназванных, была также рассмотрена МИ 2187-92 «ТСИ. Межповерочные и межкалибровочные интервалы средств измерений. Методика определения».

В результате была разработана программа испытаний РС 6 на стабильность и в течение 10 месяцев в 2001 и 2002 годах еженедельно снимались градуировочные характеристики РС 6 как в нормальных условиях, так и под воздействием изменения температуры.

Обобщенные результаты испытаний представлены в виде таблицы отклонений действительных градуировочных характеристик от расчетных.

Результаты экспериментальных испытаний калибраторов давления РС 6

Несмотря на то, что испытания проводились с несколькими калибраторами и внешними модулями измерений давления, ввиду ограниченности объёма журнальной статьи в настоящем разделе представлены результаты испытаний только одного калибратора давления РС6 Pro 0010 N 5018 с пределами измерений - 0,1...1МПа, класса точности 0,025 по следующим позициям:

1. Определение основной погрешности:

Δ_m - абсолютной (кгс/см²);

γ_m - максимальной приведенной (%);

γ_m - наибольшего отклонения от действительной характеристики преобразования по ГОСТ 22520 (%).

2. Определение составляющих основной погрешности:

Δ_c - систематической составляющей основной погрешности (кгс/см²);

γ_c - систематической составляющей (%);

γ_n - нелинейности (%);

Δ_n - нелинейности (кгс/см²);

γ_n - повторяемости (сходимости или воспроизводимости) (%);

$k\sigma$ - повторяемости (сходимости) (кгс/см²).

3. Определение вариации:

γ_v - вариации (гистерезиса и зоны нечувствительности) (%);

Δ_v - вариации (гистерезиса и зоны нечувствительности) (кгс/см²).

При испытаниях был использован рабочий эталон грузопоршневой манометр МП 60 N 28; ВПИ: 6 МПа, предел допускаемой основной погрешности: 0,05% от текущего значения давления.

Испытания проводились в следующих условиях:

температура окружающего воздуха: 10...35(°С);

давление: 100...103 (кПа);

влажность: 65...70 (%)

Результаты еженедельных проверок (5 серий: по прямому и обратному ходам), проведенных в течение 10 месяцев, объединялись в пять циклов (по 8 результатов в 1 цикл) и обсчитывались по специально разработанной программе. Результаты сведены в таблицу 1.

Выводы

1. Максимальное значение основной приведенной погрешности по всему массиву данных во всех точках измерений и во всех циклах не превысило 0,023 % от 10 кгс/см².

2. Минимизированное значение погрешности соответствовало 0,013%.

3. Изменение температуры окружающего воздуха практически не изменяло показания калибратора, так как после 30-минутного прогрева корпус прибора нагревался до температуры 24...28 °С и оставался в этом состоянии до конца работы.

Таким образом, в результате испытаний кратковременной и долговременной стабильности калибраторов давления РС6 подтвердилось их соответствие технической документации фирмы "SI Pressure Instruments".

Таблица 1

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №_101

Средство измерений: Калибратор РС 6-PRO № - 5018
Изготовитель SI Pressure Instruments, Великобритания

Класс точности: 0,025 (от ВПИ)
Пределы измерений: минус 0,1...1МПа

Эталонные приборы

Условия испытаний
t: 20,5 °С

Тип МП 60 № 28

Дата испытаний 02.07.2001 - 24.04.2002

P_{атм}: 101 кПа

U_{пит}: 220 В

P _{вх} , кгс/ см ²	Значение давления по дисплею РС 6, кгс/см ²																Δ _н
	1 цикл		2 цикл		3 цикл		4 цикл		5 цикл		Δ _м	Δ _с	Δ _г	Kσ			
	ПХ	ОХ	ПХ	ОХ	ПХ	ОХ	ПХ	ОХ	ПХ	ОХ							
0	0,0000	-0,0007	-0,0007	-0,0014	-0,0014	-0,0017	-0,0017	-0,0021	-0,0021	-0,0021	-0,0021	-0,00139	0,0004	0,00070	0		
2	2,0015	2,0009	2,0006	1,9998	1,9995	1,9995	1,9995	1,9992	1,9992	1,9992	0,0015	-0,00003	0,00003	0,00076	0,0012		
4	4,0018	4,0009	4,0006	3,9999	3,9996	3,9994	3,9992	3,9992	3,9992	3,9992	0,0018	-0,00002	0,00004	0,00085	0,0009		
6	6,0012	6,0005	5,9998	5,9995	5,9988	5,9985	5,9985	5,9985	5,9985	5,9985	-0,0016	-0,00069	0,00003	0,00095	0,00006		
8	8,0004	8,0000	7,9990	7,9987	7,9982	7,9977	7,9977	7,9977	7,9977	7,9977	-0,0023	-0,00149	0,00002	0,00100	-0,0010		
10	10,001	10,001	9,9998	9,9998	9,9988	9,9989	9,9989	9,9989	9,9999	9,9999	-0,0012	-0,00032	0	0,00084	0		

Испытания проводил : вед. инж. отд 202 ГЦИ СИ ВНИИМС Савокин А.И.

$\gamma_m = -0,023\%$

$\gamma_n = 0,01\%$

$\gamma_c = -0,015\%$

$\gamma_n = 0,007\%$

$\gamma_r = 0,0042\%$

$\gamma_m = 0,013\%$