УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»
В.С.Александров
03 12 2002г.

Рекомендация
Государственная система обеспечения единства измерений.Датчики весоизмерительные тензорезисторные.

Методика поверки
МИ 2720-2002

Санкт-Петербург
2002г.

gost.e-ecolog.ru

Информационные данные

1.РАЗРАБОТАНА ООО «Метрология.Автоматизация.Контроль.Стандартизация» - «МАКС», ГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

ИСПОЛНИТЕЛИ : А.Л.Резников,к.т.н.(руководитель темы);Е.И.Перельман,к.т.н.;А.А.Резников;Н.И.Хромова;Н.С.Чаленко,к.т.н.;М.Н.Селиванов,к.т.н.;А.Ф.Остривной

2.УТВЕРЖДЕНА ГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» 03.12.2001г.

3.ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС 28.02.2002г.

4.ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения ООО «МАКС»

РЕКОМЕНДАЦИЯ Государственная система обеспечения единства измерений.Датчики весоизмерительные тензорезисторные Методика поверки	МИ 2720-2002

Настоящая рекомендация распространяется на датчики весоизмерительные тензорезисторные классов точности С и D по ГОСТ 30129-96 и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта настоящей рекомендации	Проведение операций при	
		Первичной поверке	периодической поверке
1.Внешний осмотр	6.1	Да	Да
2.Опробование	6.2	Да	Да
3.Определение метрологических характеристик датчика,приведенных ко входу:	6.3		
- погрешности	6.3.1	Да	Да
- размаха значений выходного сигнала	6.3.2	Да	Да
- изменения выходного сигнала при постоянном нагружении	6.3.3	Да	Да
- погрешности при предельных температурах диапазона рабочих температур	6.3.4	Да	Нет
- изменения выходного сигнала при наименьшем пределе преобразования при изменении температуры	6.3.5	Да	Нет
4.Проверка несущественности влияния изменения тем-			

Продолжение табл.1

Наименование операции	Номер пункта настоящей рекомендации	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
пературы на погрешность и определение изменения выходного сигнала при наименьшем пределе преобразования при изменении температуры	6.4	Да	Нет

Примечание - Операции по п.4 таблицы 1 проводят при определении метрологических характеристик датчиков методом прямых измерений согласно п.2.1 настоящей рекомендации в том случае, если требования п.2.2 настоящей рекомендации соблюдаются при нормальной температуре окружающего воздуха согласно раздела 4, однако не соблюдаются при предельных температурах диапазона рабочих температур. В этом случае операции по определению погрешности при предельных температурах диапазона рабочих температур и изменению выходного сигнала при наименьшем пределе преобразования при изменении температуры согласно п.3 таблицы 1 не проводят.

2.Средства поверки

2.1 При определении метрологических характеристик датчиков методом прямых измерений применяют магазины мер массы со встроенными термокриокамерами или термосами. При определении метрологических характеристик датчиков непосредственным сличением применяют эталонные весоизмерительные устройства (датчики и вторичную аппаратуру), а также средства нагружения различных типов (прессы, испытательные машины и т.п.) со встроенными термокриокамерами или с термосами.

В качестве вторичной аппаратуры для поверяемых датчиков применяют средства измерений электрического напряжения (вольтметры, компараторы напряжения и т.п.), источники питания или средства измерений коэффициента передачи датчика.

2.2 Для любого значения массы в диапазоне измерений поверяемого датчика сумма пределов допускаемой погрешности мер массы с учетом значений ускорения силы тяжести, эталонных весоизмерительных датчиков и вторичной аппаратуры к эталонному и поверяемому датчику, выраженных в %, не должна превышать 0,5 предела допускаемой погрешности поверяемого датчика, выраженного в %.

Встроенные термокриокамеры и термосы в установившемся режиме должны поддерживать заданную температуру с погрешностью не более 1/5 диапазона рабочих температур, но не более 2°С.

3.Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемые датчики, а также на используемое поверочное, испытательное и вспомогательное оборудование.

4.Условия поверки

Операции по всем пунктам настоящей рекомендации, за исключением проводимых при предельных температурах диапазона рабочих температур, проводят при соблюдении следующих нормальных условий:

- температура окружающего воздуха : (20±5)°С;
- напряжение питания переменным током: 220^{+22}_{-33} В;
- частота питания: (50±1)Гц;
- относительная влажность : (30-80)%;
- атмосферное давление : (84-106,7)кПа;
- электрическое питание датчиков соответствует требованиям эксплуатационной документации.

5.Подготовка к поверке

5.1 Непосредственно перед выполнением операций по п.6.2, 6.3 поверяемый датчик присоединяют к средствам поверки, после чего выполняют операции по подготовке поверяемого датчика и средств поверки к работе методами, приведенными в соответствующих эксплуатационных документах.

5.2 Если определение метрологических характеристик датчика предполагается проводить непосредственным сличением, определяют изменение показаний эталонного весоизмерительного устройства за 30 мин при постоянной нагрузке, близкой к наибольшему пределу преобразования поверяемого датчика D_{max} .Это изменение выраженное в %, не должно превышать 0,2 предела допускаемой погрешности поверяемого датчика в % от D_{max} .

Если в состав эталонного весоизмерительного устройства входит несколько датчиков, подбирают их взаимное расположение таким образом, чтобы при нагрузке эталонного весоизмерительного устройства, близкой к D_{max} , относительная разность их выходных сигналов, в % от среднего из них, не превышала более чем в

20 раз предела допускаемой погрешности поверяемого датчика, в % от D_{max}

5.3 При использовании источника (источников) питания датчиков, не встроенных во вторичную аппаратуру согласно п.2.1, определяют относительное изменение их выходного напряжения за 30 мин. Это изменение не должно превышать 0,2 предела допускаемой погрешности поверяемого датчика при нагрузке, равной D_{max} .

6 Проведение поверки и обработка результатов измерений

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют комплектность поверяемого датчика, отсутствие видимых повреждений, наличие необходимой маркировки, соответствие внешнего вида требованиям эксплуатационной документации.

6.2 Опробование

При опробовании поверяемый датчик нагружают до D_{max} и разгружают до первого из возможных значений ступеней нагружения D_{min} , принимаемого за наименьший предел преобразования. Повторно проверяют отсутствие видимых повреждений датчика.

6.3 Определение метрологических характеристик датчика, приведенных ко входу

6.3.1 Определение погрешности

При нормальной температуре окружающего воздуха согласно раздела 4 поверяемый датчик равномерно ступенями троекратно нагружают до D_{max} и разгружают до D_{min} .Число ступеней должно быть не менее 4, при этом обязательно воспроизведение нагрузки, максимально близкой к 75% от (D_{max} - D_{min}).

Порядок обработки результатов измерений при применении метода прямых измерений приведен в приложении А, при непосредственном сличении – в приложении Б.

Погрешность датчика не должна превышать значений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2

Диапазоны преобразования для датчиков класса точности		Пределы допускаемой погрешности
C	D	
До 500 v включ.	До 50 v включ.	± 0,35 v
св. 500 v до 2000 v включ.	св. 50 v до 200 v включ.	± 0,7 v
св. 2000 v	св. 200 v	± 1,05 v

6.3.2 Определение размаха значений выходного сигнала

Размах значений выходного сигнала вычисляют по данным, полученным при выполнении операций по п.6.3.1. Порядок вычислений при применении метода прямых измерений приведен в приложении А, при непосредственном сличении – в приложении Б.

Размах значений выходного сигнала не должен превышать предела допускаемой абсолютной погрешности.

6.3.3 Определение изменения выходного сигнала при постоянном нагружении

При применении метода прямых измерений датчик нагружают до D^0_{min} (приложение А) и определяют соответствующее значение выходного сигнала – $U_{min,0}$. Затем датчик нагружают до D^0_{max} и при этой нагрузке выдерживают в течение 30 мин. Определяют значения его выходного сигнала непосредственно после нагружения-$U_{max,0}$, через 20 мин - $U_{max,20}$ и через 30 мин после нагружения – $U_{max,30}$.

После этого датчик разгружают до D^0_{min} и определяют соответствующее значение выходного сигнала – $U_{min,30}$.

С использованием данных, полученных при выполнении операции по п.6.3.1, вычисляют следующие значения :

$$(U_{max,30} - U_{max,0}) \times K : v;$$
$$(U_{max,30} - U_{max,20}) \times K : v;$$
$$(U_{max,30} - U_{min,0}) \times K : v,$$

где K – приложение А .

Первое из значений не должно превышать 0,7 предела допускаемой погрешности; второе - 0,15 предела допускаемой погрешности; третье - значения 0,5 .

При непосредственном сличении датчики нагружают до D_{min} (приложение Б) и определяют соответствующие значения выходных сигналов эталонного датчика – $U^0_{max,0}$,поверяемого датчика - $U_{min,0}$. Затем датчики нагружают до D_{max} и при этой нагрузке выдерживают в течение 30 мин. Определяют значения их выходных сигналов непосредственно после нагружения – $U^0_{max,0}$,U_{max0}, , через 20 мин – $U^0_{max,20}$, $U_{max,20}$ и через 30 мин после нагружения – $U^0_{max,30}$,$U_{max,30}$ После этого датчики разгружают до D_{min} и определяют соответствующие значения выходных сигналов – $U^0_{max,30}$, $U_{min,30}$.С использованием данных, полученных при выполнении операции по п 6.3.1 и порядка вычислений, приведенного в приложении Б, вычисляют значения погрешностей $E_{max,0}$ $E_{max,0}$; $E_{max,20}$; $E_{max,30}$; $E_{max,30}$.

Разность ($E_{max,30}$ – $E_{max,0}$) не должна превышать 0,7 предела допускаемой погрешности; (E_{max30} – $E_{max,20}$) - 0,15 предела допускаемой погрешности; (E_{min30} - $E_{min,0}$) - значения 0,5 .

6.3.4 Определение погрешности при предельных температурах диапазона рабочих температур

Операции по п 6.3.1 выполняют при максимальной и минимальной температурах диапазона рабочих температур.

Погрешность датчика не должна превышать значений, приведенных в таблице 2.

6.3.5 Определение изменения выходного сигнала при наименьшем пределе преобразования при изменении температуры

Изменение выходного сигнала вычисляют по данным, полученным при выполнении операций по п 6.3.4. При каждой из температур окружающего воздуха (нормальной, максимальной и минимальной диапазона рабочих температур) вычисляют среднее из значений E_{1max}, E_{2min}, E_{4max}, E_{4min} (приложение А или приложение Б). Затем вычисляют разности между средними значениями при:

- максимальной температуре окружающего воздуха и нормальной;

- нормальной и минимальной температуре окружающего воздуха.

Каждое из указанных значений разности не должно превышать 0,7v на каждые 5°С разности температур.

6.4 Проверка несущественности влияния изменения температуры на погрешность и определение изменения выходного сигнала при наименьшем пределе преобразования при изменении температуры

При нормальной рабочей температуре поверяемый датчик трехкратно нагружают до D_{max} и разгружают до D_{min}. Выходные сигналы определяют лишь при нагружении для нагрузок, соответствующих:

- D_{min}, 500v, 2000v (при наличии), D_{max} - для датчиков класса точности С;

- D_{min}, 50v, 200v (при наличии), D_{max} - для датчиков класса точности D.

Для каждой нагрузки, кроме D_{min}, при каждом нагружении определяют разность между выходным сигналом и выходным сигналом, соответствующим D_{min}. Размах каждых трех значений разностей, в % от среднего из них, не должен превышать 1/5 предела допускаемой погрешности датчика при этой нагрузке, выраженного в % от измеряемого значения. При несоблюдении этого условия число n нагружений – разгружений с определением разности увеличивают до тех пор, пока размах не станет менее $\sqrt{n}/9$ предела допускаемой погрешности датчика при этой нагрузке.

Далее, не размыкая силовую цепь, проводят аналогичные процедуры при максимальной рабочей температуре. Для каждой нагрузки среднее значение разности выходных сигналов при максимальной рабочей температуре не должно отличаться от соответствующего значения при нормальной рабочей температуре, в % от среднего из них, более чем на 1/3 пределов допускаемой погрешности датчика при этой нагрузке.

Далее, не размыкая силовую цепь, проводят аналогичные процедуры при минимальной рабочей температуре. Для

каждой нагрузки среднее значение разности выходных сигналов при нормальной рабочей температуре не должно отличаться от соответствующего значения при минимальной рабочей температуре, в % от среднего их них, более чем на 1/3 предела допускаемой погрешности датчика при этой нагрузке.

Далее вычисляют из всех полученных данных средние значения выходных сигналов при D_{max} дифференцированно для нормальной, минимальной и максимальной рабочих температур.

Разность между средними значениями для максимальной и нормальной температур, а также для нормальной и минимальной температур, в % от среднего от них, не должна превышать 70v на каждые 5°С разности температур.

7.Оформление результатов поверки

7.1 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке в соответствии с ПР 50.2.006, нанесением оттиска поверительного клейма в соответствии с ПР 50.2.007. Место нанесения поверительного клейма указывают в эксплуатационной документации на поверяемый датчик. В эксплуатационной документации может быть указано, что положительные результаты поверки оформляют только свидетельством о поверке, при этом оттиск поверительного клейма на датчик не наносят.

При отрицательных результатах поверки датчик к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют, если имеется поверительное клеймо, его гасят, и выдают извещение о непригодности датчика с указанием причин в соответствии с требованиями ПР 50.2.006.

7.2 В свидетельстве о поверке приводят значения К и ускорения силы тяжести в месте поверке.

Генеральный директор ООО «МАКС».к.т.н.(руководитель темы) А.Л.Резников
Руководитель НИЛ Государственных эталонов механических величин ГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»,к.т.н. Н.С.Чаленко
Начальник лаборатории законодательной метрологии ГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»,к.т.н. М.Н.Селиванов
Исполнители:
к.т.н. Е.И.Перельман
научный сотрудник ГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» А.Ф.Остриной
вед.инженер И.И.Хромова
ст.инженер А.А.Резников

Приложение 1

Действительная нагрузка	Выходной сигнал поверяемого датчика при						Погрешность поверяемого датчика в долях V при						Размах в долях V при	
	первом		втором		третьем		первом		втором		третьем			
	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении
D^{*}_{min}	$U_{1,min}$	$U_{2,min}$	–	$U_{4,min}$	–	$U_{6,min}$	$E_{1,min}$	$E_{2,min}$	–	$E_{4,min}$	–	$E_{6,min}$	$R_{1,min}$	$R_{2,min}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
D^{*}_{i}	$U_{1,i}$	$U_{2,i}$	$U_{3,i}$	$U_{4,i}$	$U_{5,i}$	$U_{6,i}$	$E_{1,i}$	$E_{2,i}$	$E_{3,i}$	$E_{4,i}$	$E_{5,i}$	$E_{6,i}$	$R_{1,i}$	$R_{2,i}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
D^{*}_{75}	$U_{1,75}$	$U_{2,75}$	$U_{3,75}$	$U_{4,75}$	$U_{5,75}$	$U_{6,75}$	$E_{1,75}$	$E_{2,75}$	$E_{3,75}$	$E_{4,75}$	$E_{5,75}$	$E_{6,75}$	$R_{1,75}$	$R_{2,75}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
D^{*}_{max}	$U_{1,max}$	–	$U_{3,max}$	–	$U_{5,max}$	–	$E_{1,max}$	–	$E_{3,max}$	–	$E_{5,max}$	–	$R_{1,max}$	–

$v=(D^{*}_{max}-D^{*}_{min}):n$; $\bar{U}_{min}=(U_{1,min}+U_{2,min}+U_{4,min}+U_{6,min}):4$; $\bar{U}_{75}=(U_{1,75}+U_{2,75}+U_{3,75}+U_{4,75}+U_{5,75}+U_{6,75}):6$

$K=(D^{*}_{75}-D^{*}_{min}):(\bar{U}_{75}-\bar{U}_{min})$; $E_{j,i}=/D^{*}_{min}+K(U_{j,i}-\bar{U}_{min})-D^{*}_{i}/:V$, где j,i – номера столбца и строки в таблице;

$R_{1,min}$ – максимальная разность между $E_{1,min}$, $E_{2,min}$ и $E_{4,min}$;

$R_{2,min}$ – то же между $E_{2,min}$, $E_{4,min}$ и $E_{6,min}$;

$R_{1,i}$ – то же между $E_{1,i}$, $E_{3,i}$ и $E_{5,i}$;

$R_{2,i}$ – то же между $E_{2,i}$, $E_{4,i}$ и $E_{6,i}$;

$R_{1,max}$ – то же между $E_{1,max}$, $E_{3,max}$, $E_{5,max}$;

n – число поверочных интервалов; v – поверочный интервал;

75 – индекс ступени нагружения-разгружения, соответствующий действительной нагрузке $0,75(D^{*}_{max}-D^{*}_{min})$

Приложение 2

Таблица

Номинальная нагрузка	Выходной сигнал эталонного датчика при						Действительная нагрузка при					
	первом		втором		третьем		первом		втором		третьем	
	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении
D_{min}	$U^{н}_{1,min}$	$U^{р}_{2,min}$	–	$U^{н}_{4,min}$	–	$U^{р}_{6,min}$	$D^{н}_{1,min}$	$D^{р}_{2,min}$	–	$D^{н}_{4,min}$	–	$D^{р}_{6,min}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
D_i	$U^{н}_{1,i}$	$U^{р}_{2,i}$	$U^{н}_{3,i}$	$U^{р}_{4,i}$	$U^{н}_{5,i}$	$U^{р}_{6,i}$	$D^{н}_{1,i}$	$D^{р}_{2,i}$	$D^{н}_{3,i}$	$D^{р}_{4,i}$	$D^{н}_{5,i}$	$D^{р}_{6,i}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
D_{70}	$U^{н}_{1,70}$	$U^{р}_{2,70}$	$U^{н}_{3,70}$	$U^{р}_{4,70}$	$U^{н}_{5,70}$	$U^{р}_{6,70}$	$D^{н}_{1,70}$	$D^{р}_{2,70}$	$D^{н}_{3,70}$	$D^{р}_{4,70}$	$D^{н}_{5,70}$	$D^{р}_{6,70}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
D_{max}	$U^{н}_{1,max}$	–	$U^{н}_{3,max}$	–	$U^{н}_{5,max}$	–	$D^{н}_{1,max}$	–	$D^{н}_{3,max}$	–	$D^{н}_{5,max}$	–

Номинальная нагрузка	Выходной сигнал поверяемого датчика при						Погрешность поверяемого датчика в долях v при						Размах в долях v при	
	первом		втором		третьем		первом		втором		третьем			
	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении	нагружении	разгружении
D_{min}	$U_{1,min}$	$U_{2,min}$	–	$U_{4,min}$	–	$U_{6,min}$	$E_{1,min}$	$E_{2,min}$	–	$E_{4,min}$	–	$E_{6,min}$	$R_{1,min}$	$R_{2,min}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
D_i	$U_{1,i}$	$U_{2,i}$	$U_{3,i}$	$U_{4,i}$	$U_{5,i}$	$U_{6,i}$	$E_{1,i}$	$E_{2,i}$	$E_{3,i}$	$E_{4,i}$	$E_{5,i}$	$E_{6,i}$	$R_{1,i}$	$R_{2,i}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
D_{75}	$U_{1,75}$	$U_{2,75}$	$U_{3,75}$	$U_{4,75}$	$U_{5,75}$	$U_{6,75}$	$E_{1,75}$	$E_{2,75}$	$E_{3,75}$	$E_{4,75}$	$E_{5,75}$	$E_{6,75}$	$R_{1,75}$	$R_{2,75}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
D_{max}	$U_{1,max}$	–	$U_{3,max}$	–	$U_{5,max}$	–	$E_{1,max}$	–	$E_{3,max}$	–	$E_{5,max}$	–	$R_{1,max}$	–

$D^{o}_{i}=D^{o}_{n,i}-(U^{o}_{n,i}-U^{o}_{i})\cdot(D^{o}_{n,i}-D^{o}_{m,i}):(U^{o}_{n,i}-U^{o}_{m,i})$; $v=(D_{max}-D_{min}):n$;

$\overline{U}_{min}=(U_{1,min}+U_{2,min}+U_{4,min}+U_{6,min}):4$; $\overline{D}^{o}_{min}=(D^{o}_{1,min}+D^{o}_{2,min}+D^{o}_{4,min}+D^{o}_{6,min}):4$;

$\overline{U}_{75}=(U_{1,75}+U_{2,75}+U_{5,75}+U_{4,75}+U_{5,75}+U_{6,75}):6$

$\overline{D}^{o}_{75}=(D^{o}_{1,75}+D^{o}_{2,75}+D^{o}_{3,75}+D^{o}_{4,75}+D^{o}_{5,75}+D^{o}_{6,75}):6$;

$K=(\overline{D}^{o}_{75}-\overline{D}^{o}_{min}):(\overline{U}_{75}-\overline{U}_{min})$; $E_{i,i}=/\overline{D}^{o}_{min}+K(U_{i,i}-\overline{U}_{min})-D^{o}_{i}/:v$, где i – номер ступени нагружения

$R_{1,min}$ – максимальная разность между $E_{1,min}$; $E_{2,min}$ и $E_{4,min}$;

$R_{2,min}$ – то же между $E_{2,min}$; $E_{4,min}$ и $E_{6,min}$;

$R_{1,i}$ – то же между $E_{1,i}$; $E_{3,i}$ и $E_{5,i}$;

$R_{2,i}$ – то же между $E_{2,i}$; $E_{4,i}$ и $E_{6,i}$;

$R_{1,max}$ – то же между $E_{1,max}$; $E_{3,max}$; $E_{5,max}$;

n – число поверочных интервалов; v – поверочный интервал;

75 – индекс ступени нагружения-разгружения, соответствующей номинальной нагрузке $0,75(D_{max}-D_{min})$

$D^{o}_{n,i}$ или $D^{o}_{m,i}$ – значения (нагрузок согласно) градуировочной характеристики эталонного датчика, ближайшие большие к i-ой ступени нагружения-разгружения или ближайшие меньшие

$U^{o}_{n,i}$ или $U^{o}_{m,i}$ – значения градуировочного сигнала эталонного датчика, соответствующие $D^{o}_{n,i}$ или D^{o}_{m}

gost.e-ecolog.ru