

1171

УТВЕРЖДАЮ

**Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ**



А.Ю. Кузин

« 08 » _____ 2006 г.

**СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ АВТОМАТА ПЕРЕКОСА,
НЕВРАЩАЮЩИХСЯ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТА ПЕРЕКОСА И
ШТОКА ХВОСТОВОГО РЕДУКТОРА
«ДИНАМИКА-2»**

**ПОДСИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ И МЕХАНИЧЕСКОГО
НАПРЯЖЕНИЯ В ИЗДЕЛИЯХ**

**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КАНАЛЫ СИЛЫ И МЕХАНИЧЕСКОГО
НАПРЯЖЕНИЯ В ИЗДЕЛИЯХ**

Методика поверки АЭ2-810.01 МП

2006 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Введение	3
2 Операции поверки	10
3 Средства поверки	11
4 Требования безопасности	13
5 Условия поверки	14
6 Подготовка к поверке	15
7 Проведение поверки	16
8 Обработка результатов измерений	18
9 Оформление результатов поверки	21
Приложение А. Функциональные схемы поверки ИК	22
Приложение Б. Рекомендуемые значения ступеней нагружения ИК силы при поверке	25
Приложение В. Форма протокола поверки	29

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки (МП) устанавливает порядок проведения и оформления результатов поверки измерительных каналов (ИК) силы и механического напряжения.

ИК входят в состав подсистемы измерения силы и механического напряжения в изделиях Системы измерительной испытательных стендов автомата перекоса, невращающихся элементов автомата перекоса и штока хвостового редуктора «Динамика-2» (в дальнейшем изложении – системы).

ИК используются для измерения параметров силы нагружения (растяжения-сжатия) и механического напряжения (напряжения изгиба) в процессе испытаний изделий при одновременной или раздельной работе следующих испытательных стендов:

- испытательный стенд автоматов перекоса вертолетов МИ-8, МИ-24 и их модификаций (стенд № 11);
- испытательный стенд невращающихся элементов автоматов перекоса вертолетов МИ-8, МИ-24 и их модификаций (стенд № 16);
- испытательный стенд штоков хвостового редуктора вертолетов МИ-8, МИ-24 и их модификаций (стенд № 12).

Пределы допускаемой погрешности измерений силы и напряжения при доверительной вероятности $P = 0,95$ указаны в таблице 1.

Таблица 1

Обознач. ИК	Наименование ИК (измеряемый параметр)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
11-В1	1 Сила растяжения-сжатия тяги поворота лопасти 1 на стенде № 11	от минус 714 до 714 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к нормированному значению НЗ 600 кгс)
11-В2	2 Сила растяжения-сжатия тяги поворота лопасти 2 на стенде № 11	от минус 714 до 714 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к НЗ 600 кгс)
11-В3	3 Сила растяжения-сжатия тяги поворота лопасти 3 на стенде № 11	от минус 714 до 714 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к НЗ 600 кгс)
11-В4	4 Сила растяжения-сжатия тяги поворота лопасти 4 на стенде № 11	от минус 714 до 714 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к НЗ 600 кгс)
11-В5	5 Сила растяжения-сжатия тяги поворота лопасти 5 на стенде № 11	от минус 714 до 714 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к НЗ 600 кгс)
11-В6	6 Сила растяжения тяги рычага общего шага на стенде № 11	от минус 714 до 0 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к НЗ 627 кгс)
11-В7	7 Сила растяжения тяги качалки продольного управления на стенде № 11	от минус 714 до 0 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к НЗ 638 кгс)
11-В8	8 Сила сжатия тяги качалки поперечного управления на стенде № 11	от минус 816 до 0 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к НЗ 750 кгс)
16-В1	9 Сила изгиба рычага общего шага на стенде № 16	от минус 2141 до 510 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к НЗ 2108 кгс)

Таблица 1 (продолжение)

Обознач. ИК	Наименование ИК (измеряемый параметр)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
16-В2	10 Сила сжатия-растяжения тяги качалки продольного управления на стенде № 16	от минус 1020 до 1020 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к НЗ 968 кгс)
16-В3	11 Сила растяжения-сжатия тяги качалки поперечного управления на стенде № 16	от минус 1326 до 1326 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к НЗ 1155 кгс)
12-В1	12 Сила сжатия-растяжения штока на стенде № 12 (основной канал)	от минус 1530 до 1530 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к НЗ 1493 кгс)
12-В2	13 Сила сжатия-растяжения штока на стенде № 12 (дублирующий канал)	от минус 1530 до 1530 кгс	$\pm 6,5\%$ (приведенная к НЗ 1493 кгс)
12-В3	14 Напряжение изгиба штока в плоскости X на стенде № 12	от минус 0,6 до 0,6 кгс/мм ²	$\pm 10\%$ (приведенная к верхнему пределу измерений ВП)
12-В4	15 Напряжение изгиба штока в плоскости Y на стенде № 12	от минус 0,6 до 0,6 кгс/мм ²	$\pm 10\%$ (приведенная к ВП)

Перечень метрологических характеристик (МХ), подлежащих определению при поверке, приведен в таблице 2.

Таблица 2

Наименование МХ канала	Условное обозначение
1 Индивидуальная функция преобразования (градуировочная характеристика)	$x = a_0 + a_1 \cdot y$
2 Граница суммы неисключенных систематических погрешностей, включающая:	Θ_j
2.1 Оценку систематической составляющей погрешности в j -той контрольной точке	$\bar{\Delta}_c$
2.2 Вариации в j -той контрольной точке	b_j
2.3 Предел погрешности рабочего эталона	Δ_{c1}
2.4 Предел дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры тензорезисторов	Δ_{c2}
2.5 Предел дополнительной погрешности, вызванной часовой ползучестью тензорезисторов	Δ_{c3}
3 Оценка СКО случайной составляющей погрешности в j -той контрольной точке	$S_j(\Delta)$
4 Граница погрешности в j -той контрольной точке	$\bar{\Delta}_j$
5 Абсолютная погрешность канала	$\bar{\Delta}$
6 Приведенная погрешность канала	γ

Исходными данными для расчета метрологических характеристик поверяемого ИК являются выходные сигналы ИК, полученные при подаче на его вход эталонных величин x_j , контролируемых по образцовому средству измерений (рабочему эталону).

Выходные сигналы ИК, полученные при прямом и обратном ходах приложения эталонных величин в контрольных точках, представляются соответственно в виде массивов чисел $y_{jk\gamma M}$ и $y_{jk\gamma B}$,

где:

j - индекс номера контрольной точки;

k - индекс номера отсчета в контрольной точке;

γ - индекс номера цикла приложения эталонных величин;

M - индекс прямого хода приложения эталонных величин;

B - индекс обратного хода приложения эталонных величин.

При обработке полученных в процессе поверки результатов измерений определяется номинальная функция преобразования и оцениваются погрешности измерительного канала (абсолютная и приведенная).

При оценке погрешности ИК применяется комплектный способ. Поверке подвергается весь канал, включая первичный преобразователь (тензорезисторы, наклеенные на нагружаемый образец и соединенные по схеме полумоста).

Функциональные схемы поверки ИК представлены в Приложении А.

Так как применяемые в качестве первичных преобразователей тензорезисторы предназначены для разовой наклейки, то при градуировке ИК силы они наклеиваются непосредственно на изделие, подвергаемое в дальнейшем испытаниям. В связи с этим, поверка ИК силы производится каждый раз перед началом испытаний изделия.

При испытаниях штока хвостового редуктора вертолета МИ-8 и его модификаций производится нагружение штока силой сжатия-растяжения, которая измеряется двумя отдельными каналами (основным и дублирующим). Нагружение штока изгибающими силами при этом специально не производится. Изгибающие напряжения возникают вследствие перекосов при монтаже штока на стенде и, согласно НТД на испытания штока, не должны превышать некоторого предельного значения.

Для того чтобы избежать нагружения штока изгибающими силами, при градуировке ИК напряжения изгиба к штоку прикладывается эквивалентная сила растяжения.

Как при изгибе материала, так и при его растяжении, в пределах упругой деформации действует закон Гука.

$$\sigma_{\dot{\epsilon}\dot{\zeta}\dot{\alpha}} = \dot{A} \cdot \epsilon_{\dot{\epsilon}\dot{\zeta}\dot{\alpha}}, \quad (1a)$$

$$\sigma_{\dot{\delta}\dot{\alpha}\dot{\eta}\dot{\delta}} = \dot{A} \cdot \epsilon_{\dot{\delta}\dot{\alpha}\dot{\eta}\dot{\delta}}, \quad (16)$$

где $\sigma_{\dot{\epsilon}\dot{\zeta}\dot{\alpha}}, \sigma_{\dot{\delta}\dot{\alpha}\dot{\eta}\dot{\delta}}$ - напряжение изгиба и растяжения соответственно;

$\epsilon_{\dot{\epsilon}\dot{\zeta}\dot{\alpha}}, \epsilon_{\dot{\delta}\dot{\alpha}\dot{\eta}\dot{\delta}}$ - относительное удлинение материала при изгибе и растяжении соответственно;

\dot{A} - модуль упругости материала.

Для одного и того же материала изделия с модулем упругости E имеем:

$$\sigma_{\dot{\epsilon}\dot{\zeta}\dot{\alpha}} = \sigma_{\dot{\delta}\dot{\alpha}\dot{\eta}\dot{\delta}} \quad \text{при} \quad \epsilon_{\dot{\epsilon}\dot{\zeta}\dot{\alpha}} = \epsilon_{\dot{\delta}\dot{\alpha}\dot{\eta}\dot{\delta}} \quad (\text{по модулю}) \quad (2)$$

Если при измерении напряжения изгиба и равного ему напряжения растяжения используются одни и те же активные тензорезисторы, то относительное изменение сопротивления тензорезисторов ($\Delta R/R$) в обоих случаях будет одинаково по модулю:

$$\left| \frac{\Delta R}{R} \right|_{\dot{\epsilon}\dot{\zeta}\dot{\alpha}} = \left| \frac{\Delta R}{R} \right|_{\dot{\delta}\dot{\alpha}\dot{\eta}\dot{\delta}} \quad \text{при} \quad |\epsilon|_{\dot{\epsilon}\dot{\zeta}\dot{\alpha}} = |\epsilon|_{\dot{\delta}\dot{\alpha}\dot{\eta}\dot{\delta}} \quad (3)$$

Прикладываемая к нагружаемому образцу растягивающая сила $F_{\partial\partial\partial\partial}$ (кгс) и возникающее при этом напряжение $\sigma_{\partial\partial\partial\partial}$ (кгс/мм²) связаны между собой известным соотношением:

$$F_{\partial\partial\partial\partial} = \sigma_{\partial\partial\partial\partial} \cdot S, \text{ кгс}, \quad (4)$$

где S – площадь поперечного сечения нагружаемого образца в месте наклейки тензорезисторов, мм².

Схема соединений тензорезисторов (полумост) при измерении напряжения изгиба в процессе испытаний штока показана на рис. 1.

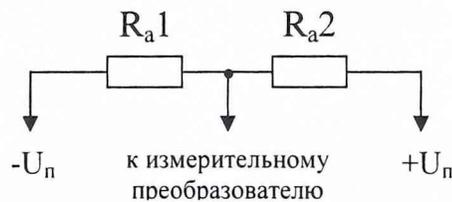


Рис. 1

Изображенные на рис. 1 активные тензорезисторы R_{a1} и R_{a2} наклеены в плоскости изгиба изделия с противоположных сторон и включены в разные плечи полумоста. При изгибе штока оба резистора воспринимают деформацию (один растягивается, а другой сжимается).

В случае использования при измерении силы (напряжения) изгиба двух активных тензорезисторов, подключенных к вторичной измерительной аппаратуре по схеме полумоста (рис.1), напряжение измерительного сигнала (U_n) на входе вторичного преобразователя определяется известным соотношением:

$$U_n \approx \frac{U_i}{2} \cdot \frac{\Delta R}{R}, \quad (5)$$

где U_i - напряжение источника питания полумоста;

$\frac{\Delta R}{R}$ - относительное изменение сопротивления тензорезистора под нагрузкой.

Если при градуировке ИК напряжения изгиба к нагружаемому образцу прикладывается эквивалентное напряжение (сила) растяжения, то схема соединений тензорезисторов измерительного полумоста преобразуется так, как это показано на рис. 2.

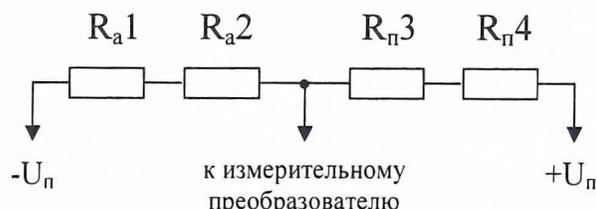


Рис. 2

В отличие от рис. 1, на рис. 2 активные тензорезисторы R_{a1} и R_{a2} , воспринимающие деформацию от силы растяжения, переключены в одно плечо полумоста. В другое плечо полумоста включены вспомогательные пассивные тензорезисторы $R_{п3}$ и $R_{п4}$, которые берутся из той же партии, что и тензорезисторы R_{a1} и R_{a2} и наклеены перпендикулярно направлению приложения силы растяжения.

В этом случае напряжение измерительного сигнала на входе вторичного преобразователя определяется известным соотношением:

$$U_{\tilde{n}} \approx \frac{U_i}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R} \quad (6)$$

Как видно из формул (5) и (6), при градуировке ИК напряжения изгиба изделия, в случае его нагружения эквивалентной силой растяжения, и при подключении тензорезисторов по схеме на рис. 2, напряжение измерительного сигнала будет в два раза меньше, чем в процессе измерений напряжения изгиба изделия при подключении тензорезисторов по схеме на рис. 1.

Таким образом, для того, чтобы привести в соответствие сигналы, получаемые по схеме на рис. 2 в процессе градуировки ИК напряжения изгиба, с сигналами, получаемыми по схеме на рис. 1 при последующих измерениях напряжения изгиба, необходимо напряжение сигналов, получаемых при градуировке ИК, сначала умножить на два, а затем произвести расчет коэффициентов индивидуальной функции преобразования ИК (см. раздел 8).

Примечания

1 Для исключения влияния разброса номинальных значений сопротивлений тензорезисторов R_{a1} , R_{a2} и $R_{п3}$, $R_{п4}$ при их подключении в измерительную цепь по схемам на рис. 1 и 2 перед началом измерений производится предварительная балансировка измерительного полумоста с помощью устройства, входящего в комплект вторичных преобразователей.

2 Формулы (5) и (6) имеют приближенный вид. Вносимая этим погрешность имеет порядок одной десятой процента, и ею можно пренебречь.

При градуировке ИК напряжения изгиба штока прилагаемая к изделию эталонная сила растяжения $F_{i_{\partial\partial\tilde{n}\partial}}$, создающая напряжение растяжения, равное напряжению изгиба ($\sigma_{i_{\partial\partial\tilde{n}\partial}} = \sigma_{i_{\tilde{c}\tilde{c}\tilde{a}}}$), рассчитывается по формуле (4). При расчете берется среднее значение площади поперечного сечения штока $S_{\tilde{n}\partial}$.

В связи с тем, что площадь поперечного сечения штока может изменяться в пределах допустимых отклонений его наружного и внутреннего диаметров (по чертежу), возникает дополнительная погрешность измерения напряжения изгиба (δ_s), которая не относится непосредственно к основной погрешности измерительного канала и должна учитываться отдельно. Предел указанной погрешности рассчитывается по формуле:

$$\delta_s = \frac{\Delta S}{S_{\tilde{n}\partial}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

где $S_{\tilde{n}\partial}$ - среднее значение площади поперечного сечения штока, мм²;

ΔS - отклонение площади поперечного сечения штока от среднего значения, мм².

$$S_{\text{ш}} = \frac{S_{\text{max}} + S_{\text{min}}}{2}, \text{ мм}^2, \quad (8)$$

$$\Delta S = \frac{S_{\text{max}} - S_{\text{min}}}{2}, \text{ мм}^2 \quad (9)$$

где $S_{\text{max}}, S_{\text{min}}$ - максимально возможное и минимально возможное значения площади поперечного сечения штока соответственно.

$$S_{\text{max}} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{\text{ш}}^2_{\text{max}} - d_{\text{ш}}^2_{\text{min}}), \text{ мм}^2 \quad (10)$$

$$S_{\text{min}} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{\text{ш}}^2_{\text{min}} - d_{\text{ш}}^2_{\text{max}}), \text{ мм}^2 \quad (11)$$

где $d_{\text{ш}}_{\text{max}}, d_{\text{ш}}_{\text{min}}, d_{\text{ш}}_{\text{max}}, d_{\text{ш}}_{\text{min}}$ - максимальное и минимальное значения наружного и внутреннего диаметров штока соответственно (по чертежу).

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции	№ пункта методики поверки	Проведение операции	
		первичная поверка	периодическая поверка
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение индивидуальной функции преобразования (градуировочной характеристики) и погрешности измерительного канала	7.3, 8.1...8.10	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки используются средства измерений и технические средства, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Номер пункта документа по поверке	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики	Примечание
7.2 - 7.4	Динамометры образцовые переносные растяжения 3-го разряда ДОРМ-3-1У: диапазон измерений от 0,1 до 1 кН; погрешность не более $\pm 0,5$ % от ИВ* (в диапазоне от 10 до 20% от ВП**); 0,3 % от ИВ (в диапазоне свыше 20 до 100% от ВП).	Для ИК напряжения изгиба штока хвостового редуктора на стенде № 12
	Динамометры образцовые переносные растяжения 3-го разряда ДОРМ-3-10У: диапазон измерений от 1 до 10 кН; погрешность не более $\pm 0,5$ % от ИВ* (в диапазоне от 10 до 20% от ВП**); 0,3 % от ИВ (в диапазоне свыше 20 до 100% от ВП).	Для ИК силы растяжения-сжатия тяг автомата перекося на стенде № 11. Для ИК силы сжатия-растяжения тяги качалки продольного управления на стенде № 16
	Динамометры образцовые переносные растяжения 3-го разряда ДОРМ-3-30У: диапазон измерений от 3 до 30 кН; погрешность не более $\pm 0,5$ % от ИВ* (в диапазоне от 10 до 20% от ВП**); 0,3 % от ИВ (в диапазоне свыше 20 до 100% от ВП).	Для ИК силы растяжения-сжатия тяги качалки поперечного управления на стенде № 16. Для ИК силы изгиба рычага общего шага на стенде № 16. Для ИК силы сжатия-растяжения штока хвостового редуктора на стенде № 12
<i>Вспомогательные средства измерений и оборудование</i>		
7.2 - 7.4	Устройство нагружения Т6365-0872: от 0 до 3000 кгс	Для ИК силы растяжения-сжатия тяг

Номер пункта документа по поверке	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики	Примечание
		автомата перекося на стенде № 11. Для ИК силы растяжения-сжатия тяг качалок продольного и поперечного управления на стенде № 16. Для ИК силы сжатия-растяжения и напряжения изгиба штока хвостового редуктора на стенде № 12
	Устройство нагружения Т6365-0635: от 0 до 3000 кгс	Для ИК силы изгиба рычага общего шага на стенде № 16
5.1	Термометр ГОСТ 28498-90: ц. д. 1 °С, диапазон измерений от минус 30 до 60 °С	
	Барометр БАММ-1: диапазон измерений от 600 до 800 мм рт.ст., погрешность не более ± 1,5 мм рт.ст.	
	Психрометр аспирационный типа МВ-4М: диапазон измерений от 10 до 100 %; погрешность не более ± 2,0 %.	

ИВ* - измеряемая величина

ВП** - верхний предел измерений

3.2 При проведении поверки допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности и диапазону измерений требованиям настоящей методики.

3.3 При поверке должны использоваться средства измерений утвержденных типов.

3.4 Используемые при поверке рабочие эталоны должны быть поверены и иметь действующее свидетельство о поверке.

3.5 Вспомогательные средства поверки должны быть поверены (откалиброваны) и иметь действующее свидетельство о поверке (поверочное клеймо) или сертификат о калибровке.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд.3), ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.2.091-94 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

4.2 Поверка ИК системы должна осуществляться лицами не моложе 18 лет, изучившими её эксплуатационную документацию.

4.3 Лица, участвующие в поверке системы, должны проходить обучение и аттестацию по технике безопасности и производственной санитарии при работе в условиях её размещения.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

5.1 Условия окружающей среды:

- 5.1.1 Температура окружающего воздуха, °С (К) от 10 до 30
(от 283 до 303)
- 5.1.2 Относительная влажность воздуха, % не более 80
- 5.1.3 Атмосферное давление, мм рт. ст. (кПа) от 730 до 785
(от 97,3 до 104,6)

5.2 Напряжение питания однофазной сети переменного тока при частоте (50 ± 1) Гц, В..... от 198 до 242.

Примечание – При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их руководствах по эксплуатации требованиям.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При подготовке к поверке ИК:

- проверить наличие свидетельства о поверке на рабочий эталон (образцовый динамометр);
- произвести наклейку тензорезисторов на нагружаемый образец (изделие) в соответствии с НТД на испытание изделия;
- изделие с наклеенными тензорезисторами установить на соответствующее устройство нагружения (см. табл. 4);
- произвести подключение тензорезисторов к вторичной аппаратуре с помощью измерительного кабеля;
- проверить целостность электрических цепей измерительного канала;
- обеспечить оперативная связь оператора у монитора с оператором, задающим контрольные значения силы;
- включить питание измерительных преобразователей и аппаратуры системы;
- запустить программу управления поверкой измерительных каналов в соответствии с руководством пользователя измерительной системы;
- перед началом поверки измерить и ввести в программу (для протокола поверки) условия окружающей среды (температура и влажность воздуха, атмосферное давление);
- ввести в программу следующие расчетные значения:
 - а) предел абсолютной погрешности образцового динамометра (Δ_{N1}) в единицах измерения силы (кгс) или напряжения (кгс/мм²) – см. п. 8.7.1;
 - б) предел дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры тензорезисторов измерительного полумоста (Δ_{N2}) в единицах измерения силы (кгс) или напряжения (кгс/мм²) – см. п. 8.7.2;
 - в) предел дополнительной погрешности, вызванной часовой ползучестью тензорезисторов измерительного полумоста (Δ_{N3}) в единицах измерения силы (кгс) или напряжения (кгс/мм²) – см. п. 8.7.3.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре необходимо убедиться, что все входящие в измерительный канал компоненты не имеют внешних повреждений, которые могут влиять на его работу.

7.2 Опробование

При опробовании ИК необходимо выполнить следующее:

7.2.1 При отсутствии силы нагружения произвести балансировку измерительного тензомоста (установить нулевое показание измеряемой силы на экране монитора в соответствии с руководством пользователя системы).

7.2.2 Установить с помощью устройства нагружения и образцового динамометра силу, равную нижнему и верхнему пределам измерений данного измерительного канала и, наблюдая изменение показаний выходного сигнала на экране монитора, убедиться в работоспособности канала.

7.3 Определение индивидуальной функции преобразования (градуировочной характеристики) и погрешности измерительного канала.

7.3.1 Приложить на входе ИК с помощью устройства нагружения и образцового динамометра последовательно n ступеней эталонной силы x_j от x_1 до x_n (прямой ход) и n ступеней - от x_n до x_1 (обратный ход),

где $j = 1 \dots n$ - номер ступени (контрольной точки);

$x_1 = 0$, x_n - верхний предел диапазона измерений поверяемого ИК.

Примечания

1 Рекомендуемые значения ступеней нагружения при поверке ИК силы и напряжения приведены в Приложении Б к настоящей методике.

2 Эталонные значения силы x_j должны быть равномерно распределены внутри диапазона измерений ИК.

3 Нагружения и разгружения должны быть плавными, без ударов и толчков.

4 Подход к измеряемому значению должен осуществляться медленно с одной стороны, соответствующей ходу градуировочной характеристики, при этом перемена знака приращения силы не допускается.

7.3.2 В каждой контрольной точке при прямом и обратном ходе произвести m измерений силы (напряжения), соответствующих устанавливаемым эталонным значениям. Указанный цикл измерений (прямой и обратный ходы) повторить l раз. В результате в памяти компьютера запоминаются массивы измеренных значений силы (напряжения) в условных единицах (коды чисел) $y_{jk\gamma}$, $y_{jk\gamma\delta}$ ($\gamma = 1, 2, \dots, l$; $k = 1, 2, \dots, m$). При первичной поверке $l = 10$, $m = 10$; при периодической поверке $l = 7$; $m = 10$.

Примечания

1 При градуировке ИК силы растяжения-сжатия тяг автомата перекося и ИК силы сжатия-растяжения штока хвостового редуктора ввиду конструктивных особенностей нагружаемых изделий их нагружение производится силой растяжения. При этом задаются эталонные значения силы, указанные в соответствующей таблице (см. Приложение Б), и в

результате многократных нагружений и измерений образуется массив чисел для ветви градуировочной характеристики канала, соответствующей силе растяжения. Далее, при обработке результатов измерений, массив результатов измерений, полученных при растяжении тяги (штока), умножается на минус единицу, и получается массив чисел для противоположной ветви градуировочной характеристики, соответствующей силе сжатия. С использованием этих двух массивов чисел определяется методом наименьших квадратов полная градуировочная характеристика канала для силы растяжения-сжатия (см. раздел 8).

2 При градуировке ИК силы изгиба рычага общего шага автомата перекося нагружение производится в два приема: сначала прикладывается сила изгиба в одном направлении (для отрицательной ветви градуировочной характеристики), а затем – сила изгиба в противоположном направлении (для положительной ветви градуировочной характеристики). Рекомендуемые эталонные значения силы, используемые при градуировке канала приведены в Приложении Б.

3 При градуировке ИК напряжения изгиба штока хвостового редуктора шток подвергается растяжению с помощью устройства нагружения. При этом вместо эталонного напряжения изгиба в штоке создается равное ему напряжение растяжения (см. раздел 1). В процессе градуировки ИК задаются эталонные значения силы, указанные в таблице (см. Приложение Б), и в результате многократных нагружений и измерений образуется массив чисел для положительной ветви градуировочной характеристики канала (для напряжения изгиба в одном направлении). Далее, при обработке результатов измерений, массив результатов измерений, полученных для положительной ветви градуировочной характеристики, умножается на минус единицу, и получается массив чисел для отрицательной ветви градуировочной характеристики (для напряжения изгиба в противоположном направлении). С использованием этих двух массивов чисел определяется методом наименьших квадратов полная градуировочная характеристика канала для измерения напряжения изгиба в противоположных направлениях (см. раздел 8).

8 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Массивы измеренных значений силы (напряжения) в условных единицах $y_{jk\gamma M}$, $y_{jk\gamma B}$ предварительно обрабатываются на предмет устранения грубых промахов. Производится исключение аномальных результатов наблюдений. При этом используется критерий оценки аномальности результатов наблюдений при неизвестном генеральном среднем квадратическом отклонении, изложенный в «Справочном пособии для работников метрологических служб» (книга 1, 3-е издание, 1990 г., авторы - Б. Г. Артемьев и С. М. Голубев).

8.2 Вычисляется среднее значение результатов наблюдений силы (напряжения) в условных единицах в каждой j -той контрольной точке:

$$y_j = \frac{y_{jM} + y_{jB}}{2} \quad (12)$$

для ИК силы:

$$y_{jM} = \frac{\sum_{\gamma} \sum_k y_{jk\gamma M}}{l \cdot m} \quad (13a), \quad y_{jB} = \frac{\sum_{\gamma} \sum_k y_{jk\gamma B}}{l \cdot m} \quad (13b)$$

для ИК напряжения изгиба штока:

$$y_{jM}^* = \frac{\sum_{\gamma} \sum_k y_{jk\gamma M}^*}{l \cdot m} \quad (14a), \quad y_{jB}^* = \frac{\sum_{\gamma} \sum_k y_{jk\gamma B}^*}{l \cdot m} \quad (14b),$$

где $y_{jk\gamma M}^* = 2 \cdot y_{jk\gamma M}$, $y_{jk\gamma B}^* = 2 \cdot y_{jk\gamma B}$

Примечание – При градуировке ИК напряжения изгиба штока полученные в результате измерений значения $y_{jk\gamma M}$ и $y_{jk\gamma B}$ сначала умножаются на два, а затем вычисляется среднее значение удвоенных результатов измерений (обоснование см. в разделе 1).

8.3 По средним значениям силы (напряжения) в условных единицах в каждой j -той контрольной точке вычисляется методом наименьших квадратов индивидуальная функция преобразования (градуировочная характеристика) в виде аппроксимирующего полинома первой степени:

$$x = a_0 + a_1 \cdot y \quad (15)$$

8.4 Вычисляется систематическая составляющая абсолютной погрешности $\bar{\Delta}_{cj}$ измерения силы (напряжения) в каждой j -той контрольной точке:

$$\bar{\Delta}_{cj} = |a_0 + a_1 \cdot y_j - x_j|, \text{ кгс (кгс/мм}^2\text{)}, \quad (16)$$

где x_j – задаваемое эталонное значение силы (напряжения) в j -той контрольной точке.

8.5 Вычисляется вариация b_j в каждой j -той контрольной точке:

$$b_j = |x_{jM} - x_{jB}|, \text{ кгс (кгс/мм}^2\text{)}, \quad (17)$$

$$x_{jM} = a_0 + a_1 \cdot y_{jM} \quad (18a) \quad x_{jB} = a_0 + a_1 \cdot y_{jB} \quad (18б)$$

8.6 Вычисляется оценка среднего квадратического отклонения силы (напряжения) в каждой j -той контрольной точке:

$$S_j(\Delta^\circ) = \sqrt{\frac{\sum_{\gamma} \sum_k (x_{jk\gamma M} - x_{jM})^2 + (x_{jk\gamma B} - x_{jB})^2}{2 \cdot l \cdot m - 1}}, \text{ кгс (кгс/мм}^2\text{)}, \quad (19)$$

для ИК силы:

$$x_{jk\gamma M} = a_0 + a_1 \cdot y_{jk\gamma M} \quad (20a) \quad x_{jk\gamma B} = a_0 + a_1 \cdot y_{jk\gamma B} \quad (20б)$$

для ИК напряжения изгиба штока:

$$x_{jk\gamma i} = a_0 + a_1 \cdot y_{jk\gamma i}^* \quad (21a), \quad x_{jk\gamma \dot{A}} = a_0 + a_1 \cdot y_{jk\gamma \dot{A}}^* \quad (21б),$$

где $y_{jk\gamma i}^* = 2 \cdot y_{jk\gamma i}$, $y_{jk\gamma \dot{A}}^* = 2 \cdot y_{jk\gamma \dot{A}}$

8.7 В каждой j -той контрольной точке вычисляется граница суммы неисключенных систематических погрешностей Θ_j :

$$\Theta_j = 1.1 \sqrt{\Delta_{N_j}^2 + \left(\frac{b_j}{2}\right)^2 + \Delta_{C1}^2 + \Delta_{C2}^2 + \Delta_{N3}^2}, \text{ кгс (кгс/мм}^2\text{)}, \quad (22)$$

где Δ_{N1} – предел абсолютной погрешности рабочего эталона (динамометра);

Δ_{N2} - предел дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры тензорезисторов измерительного полумоста;

Δ_{N3} - предел дополнительной погрешности, вызванной часовой ползучестью тензорезисторов измерительного полумоста.

8.7.1 Предел абсолютной погрешности образцового динамометра (Δ_{N1}) в единицах измерения силы (кгс) или напряжения (кгс/мм²) принимается постоянным и рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{N1} = \frac{\delta_a \cdot x_i}{100}, \quad (23)$$

где x_i - верхний предел измерений поверяемого ИК, кгс (кгс/мм²);

δ_a - погрешность динамометра, %.

8.7.2 Предел дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры тензорезисторов измерительного полумоста (Δ_{N2}), определяется из следующих соображений.

В случае включения тензорезисторов одного типа в противоположные плечи полумоста, и при полном совпадении их температурных характеристик,

происходит полная компенсация влияния изменения окружающей температуры на измерительный сигнал.

Реальные температурные характеристики тензорезисторов одного типа отличаются друг от друга. Это отличие характеризуется величиной среднего квадратического отклонения значения функции влияния температуры на чувствительность тензорезисторов.

Предел дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры тензорезисторов измерительного полумоста принимается постоянным и, исходя из вышеизложенного, рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{N2} = \Delta\bar{\Phi} \cdot S_{\delta} \cdot x_i, \text{ кгс (кгс/мм}^2\text{)}, \quad (24)$$

где x_i - верхний предел измерений поверяемого ИК силы (кгс) или напряжения (кгс/мм²);

$\Delta\bar{\Phi}$ - максимальное изменение (в относительных единицах) среднего значения функции влияния температуры на чувствительность тензорезистора при изменении температуры от нормального значения до максимального или минимального значения;

S_{δ} - среднее квадратическое отклонение (в относительных единицах) значения функции влияния температуры на чувствительность тензорезистора.

Примечание – В случае использования тензорезисторов типа КФ5, согласно ТУ 25-06.2002-80 имеем: $\Delta\bar{\Phi} = 0,1$; $S_{\delta} = 0,1$.

8.7.3 Предел дополнительной погрешности, вызванной часовой ползучестью тензорезисторов измерительного полумоста (Δ_{N3}), принимается постоянным и рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{N3} = \frac{\delta_{\text{печ}} \cdot x_i}{100}, \text{ кгс (кгс/мм}^2\text{)} \quad (25)$$

где $\delta_{\text{печ}}$ - среднее значение часовой ползучести применяемых тензорезисторов, %.

8.8 Оцениваются границы суммарной абсолютной погрешности $\bar{\Delta}_j$ в каждой j-той контрольной точке следующим образом:

- Определяем $K = \frac{\Theta_j}{S_j(\Delta^\circ)}$ (26)

- Если $K > 8$, то $\bar{\Delta}_j = \Theta_j$ (27)

- Если $K < 0,8$, то $\bar{\Delta}_j = t \cdot S_j(\Delta^\circ)$ (28)

- Если $0,8 \leq K \leq 8,0$, то $\bar{\Delta}_j = \sqrt{\frac{\Theta_j^2}{3} + S_j^2(\Delta^\circ)} \cdot \left(\frac{t \cdot S_j(\Delta^\circ) + \Theta_j}{S_j(\Delta^\circ) + \sqrt{\frac{\Theta_j^2}{3}}} \right)$ (29)

где t - коэффициент Стьюдента, который определяется при доверительной вероятности $P = 0,95$ для $\nu = 2 \cdot l \cdot m - 1$ в соответствии с ГОСТ 8.207-76, Приложение 2.

8.9 Абсолютная погрешность измерительного канала принимается равной максимальному значению погрешности $\bar{\Delta}_j$ из всех контрольных точек:

$$\bar{\Delta} = \bar{\Delta}_{j_{\max}}, \text{ кгс (кгс/мм}^2\text{)} \quad (30)$$

8.10 Вычисляется приведенная погрешность измерительного канала:

$$\gamma = \frac{\bar{\Delta} \cdot 100}{F_{i\zeta}}, \text{ \% (31a),} \quad \gamma = \frac{\bar{\Delta} \cdot 100}{\sigma_{i\zeta}}, \text{ \% (31б),}$$

где $F_{i\zeta}$ – нормированное максимальное значение (НЗ) силы (кгс);

$\sigma_{i\zeta}$ – нормированное максимальное значение напряжения (кгс/мм²) в соответствии с НТД на испытания изделия.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки заносятся в протокол поверки – см. Приложение В.

При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке по форме, приведенной в приложении 1 ПР50.2.006-94.

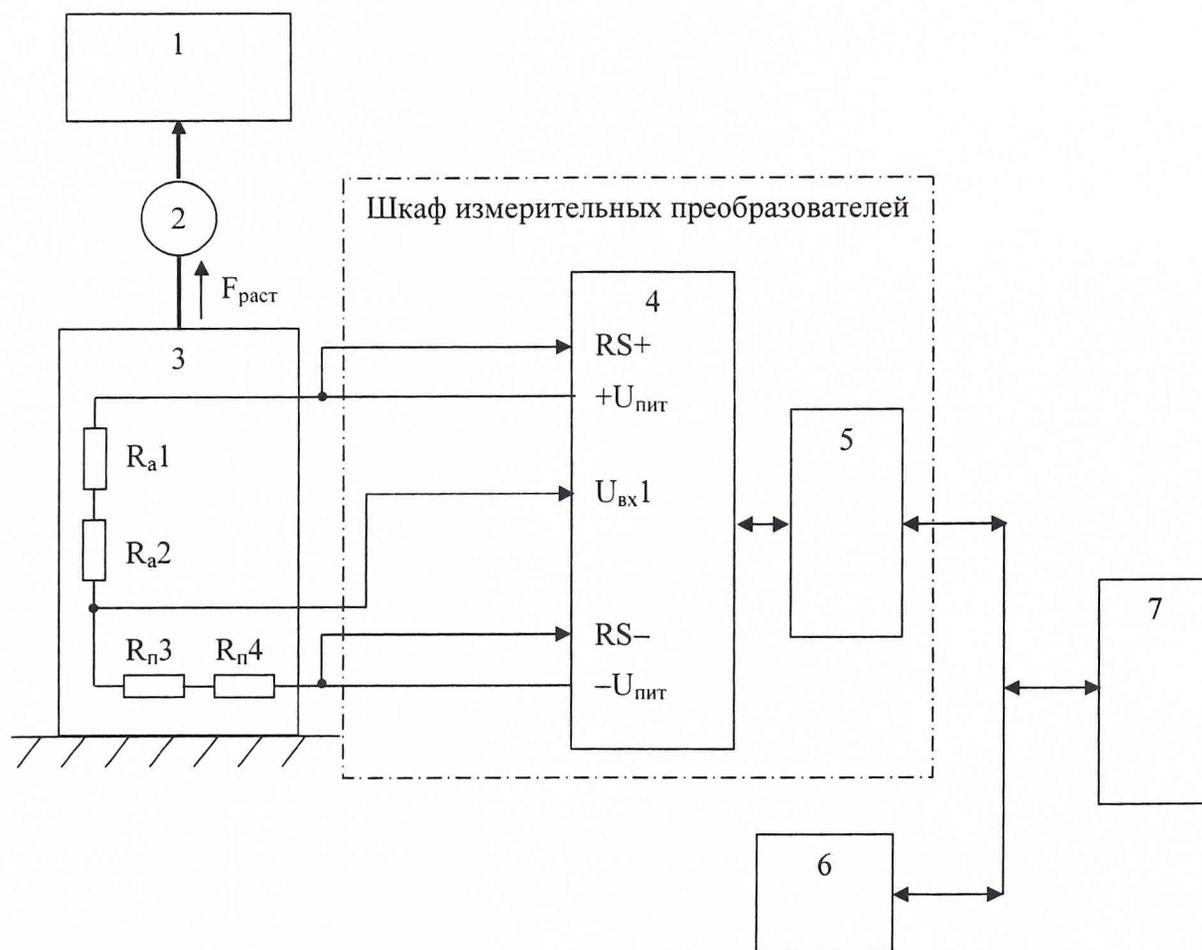
При отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности к применению по форме, приведенной в приложении 2 ПР50.2.006-94.

Старший научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ

С.Н. Чурилов

Старший научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ

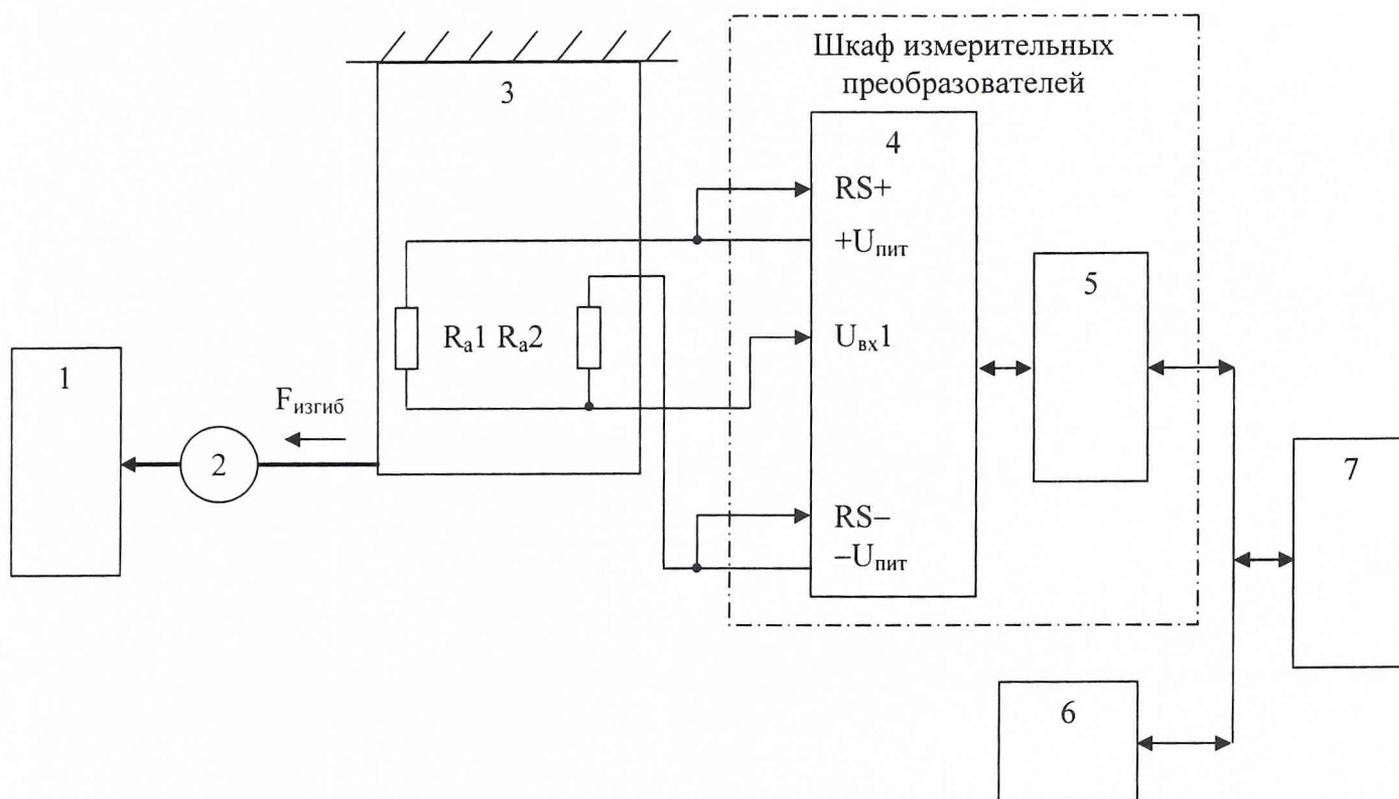
А. А. Горбачев



- 1 – устройство нагружения Т6365-0872;
 2 – динамометр образцовый ДОРМ-3-10У, ДОРМ-3-30У;
 3 – нагружаемое изделие;
 R_{a1} , R_{a2} – активные тензорезисторы измерительного полумоста;
 R_{n3} , R_{n4} – пассивные тензорезисторы измерительного полумоста;
 4 – преобразователь измерительный сRIO-9237 со встроенным АЦП, устройством балансировки полумоста и измерителем напряжения питания полумоста;
 5 – контроллер нижнего уровня;
 6 – плоскопанельный промежуточный компьютер нижнего уровня (с монитором);
 7 – персональный компьютер верхнего уровня (с монитором).

Примечание – Управление поверкой ИК может осуществляться через промежуточный компьютер нижнего уровня (поз. 6), установленный в испытательном боксе, или через компьютер верхнего уровня (поз. 7), установленный в кабине наблюдений.

Рис. А.1 – Функциональная схема поверки ИК: 11-В6...11-В8, 16-В2, 16-В3, 12-В1...12-В4 (см. таблицу 1 в разделе 1)

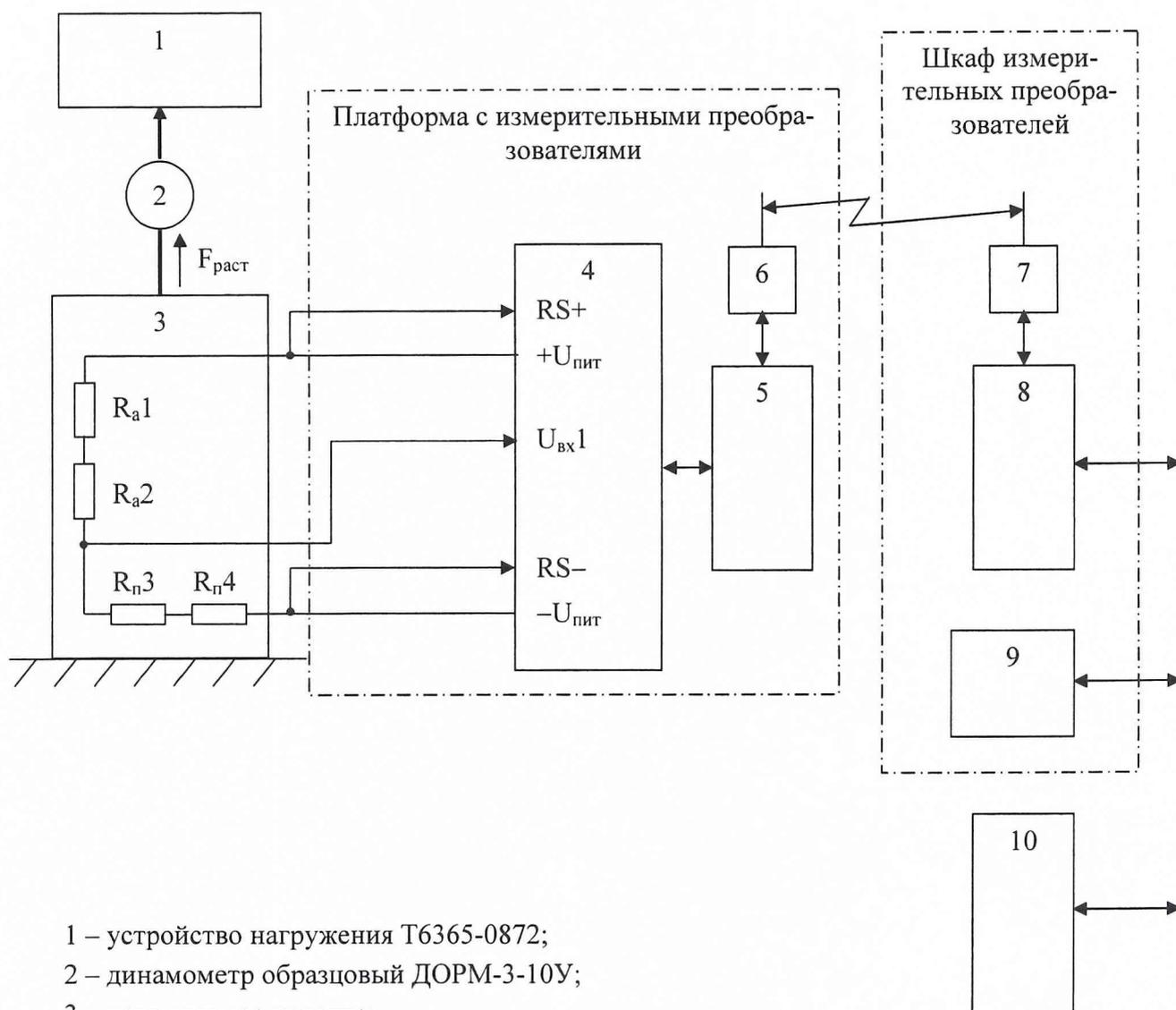


- 1 – устройство нагружения Т6365-0635;
 2 – динамометр образцовый ДОРМ-3-30У;
 3 – нагружаемое изделие;
 R_{a1} , R_{a2} – активные тензорезисторы измерительного полумоста;
 4 – преобразователь измерительный сRIO-9237 со встроенным АЦП, устройством балансировки полумоста и измерителем напряжения питания полумоста;
 5 – контроллер нижнего уровня;
 6 – плоскочелюстной промежуточный компьютер нижнего уровня (с монитором);
 7 – персональный компьютер верхнего уровня (с монитором).

Примечание – Управление поверкой ИК может осуществляться через промежуточный компьютер нижнего уровня (поз. 6), установленный в испытательном боксе, или через компьютер верхнего уровня (поз. 7), установленный в кабине наблюдений.

Рис. А.2 – Функциональная схема поверки ИК 16-V1 (Сила изгиба рычага общего шага – см. таблицу 1 в разделе 1)

Продолжение приложения А



Примечание – Управление поверкой ИК может осуществляться через промежуточный компьютер нижнего уровня (поз. 9), установленный в испытательном боксе, или через компьютер верхнего уровня (поз. 10), установленный в кабине наблюдений.

Рис. А.3 – Функциональная схема поверки ИК: 11-В1, 11-В2, 11-В3, 11-В4, 11-В5 (см. таблицу 1 в разделе 1)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)

Рекомендуемые значения ступеней нагружения ИК силы при поверке

1 ИК силы растяжения-сжатия тяг на испытательном стенде автомата перекося (стенд № 11)

- 1.1 *Сила растяжения-сжатия тяги поворота лопасти 1 (канал 11-B1)
 1.2 *Сила растяжения-сжатия тяги поворота лопасти 2 (канал 11-B2)
 1.3 *Сила растяжения-сжатия тяги поворота лопасти 3 (канал 11-B3)
 1.4 *Сила растяжения-сжатия тяги поворота лопасти 4 (канал 11-B4)
 1.5 *Сила растяжения-сжатия тяги поворота лопасти 5 (канал 11-B5)
 1.6 Сила растяжения тяги рычага общего шага (канал 11-B6)
 1.7 Сила растяжения тяги качалки продольного управления (канал 11-B7)

№ ступени	1	2	3	4	5	6	7	8
F_j , кгс	0	-102	-204	-306	-408	-510	-612	-714
$F_{дин}$, кН	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7

Примечания

1 Согласно НТД на испытания автомата перекося сила растяжения тяги качалки продольного управления и тяги рычага общего шага регистрируется со знаком минус.

2 *При градуировке ИК силы растяжения-сжатия тяги поворота лопасти тяга подвергается растяжению с помощью устройства нагружения, при этом задаются эталонные значения силы, указанные в таблице, и в результате многократных нагружений и измерений образуется массив чисел для отрицательной ветви градуировочной характеристики канала (для силы растяжения). Далее массив результатов измерений, полученных для ступеней № 2...8 при растяжении тяги, умножается на минус единицу, и получается массив чисел для положительной ветви градуировочной характеристики (для силы сжатия). С использованием этих двух массивов чисел определяется методом наименьших квадратов полная градуировочная характеристика канала для силы растяжения-сжатия (полином первой степени).

3 Прикладываемая к изделию при градуировке ИК эталонная сила F_j (кгс) и показания образцового динамометра $F_{дин}$ (кН) связаны соотношением: $F_j = F_{дин} \cdot 1000/9,80665$.

1.8 Сила сжатия тяги качалки поперечного управления (канал 11-B8)

№ ступени	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_j , кгс	0	102	204	306	408	510	612	714	818
$F_{дин}$, кН	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Примечания

1 При градуировке ИК силы сжатия тяги качалки поперечного управления тяга подвергается растяжению с помощью устройства нагружения, при этом задаются эталонные значения силы, указанные в таблице, и в результате многократных нагружений и измерений образуется массив чисел для силы растяжения. Далее массив результатов измерений, полученных для ступеней № 2...9 при растяжении тяги, умножается на минус единицу, и получается массив чисел, используемый для построения градуировочной характеристики канала (для силы сжатия).

2 Согласно НТД на испытания автомата перекося сила сжатия тяги качалки поперечного управления регистрируется со знаком минус.

Продолжение приложения Б

2 ИК силы изгиба рычага общего шага и силы растяжения- сжатия тяг качалок поперечного и продольного управления на испытательном стенде невращающихся элементов автомата перекоса (стенд № 16)

2.1 Сила изгиба рычага общего шага (канал 16-B1)

а) отрицательная ветвь характеристики

№ ступени	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F_j , кгс	0	-306	-510	-714	-918	-1122	-1326	-1530	-1734	-1938	-2141
$F_{дин}$, кН	0	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-19	-21

б) положительная ветвь характеристики

№ ступени	1	2
F_j , кгс	306	510
$F_{дин}$, кН	3	5

Примечания

1 При испытаниях рычага общего шага отрицательная ветвь характеристики соответствует направлению приложения статической составляющей силы изгиба.

2 Степень с нулевой нагрузкой условно отнесена к отрицательной ветви характеристики.

2.2 Сила сжатия-растяжения тяги качалки продольного управления (канал 16-B2)

№ ступени	1	2	3	4	5	6
F_j , кгс	0	204	408	612	818	1020
$F_{дин}$, кН	0	2	4	6	8	10

Примечания

1 При градуировке ИК силы сжатия-растяжения тяги качалки продольного управления тяга подвергается растяжению с помощью устройства нагружения, при этом задаются эталонные значения силы, указанные в таблице, и в результате многократных нагружений и измерений образуется массив чисел для положительной ветви градуировочной характеристики канала (для силы растяжения). Далее массив результатов измерений, полученных для ступеней № 2...6 при растяжении тяги, умножается на минус единицу, и получается массив чисел для отрицательной ветви градуировочной характеристики (для силы сжатия). С использованием этих двух массивов чисел определяется методом наименьших квадратов полная градуировочная характеристика канала для силы сжатия-растяжения (полином первой степени).

2 Согласно НТД на испытания невращающихся элементов автомата перекоса сила сжатия тяги качалки продольного управления регистрируется со знаком минус, а сила растяжения – со знаком плюс.

Продолжение приложения Б

2.3 Сила растяжения-сжатия тяги качалки поперечного управления (канал 16-В3)

№ ступени	1	2	3	4	5	6	7
F_i , кгс	0	-306	-510	-714	-918	-1122	-1326
$F_{дин}$, кН	0	-3	-5	-7	-9	-11	-13

Примечания

1 При градуировке ИК силы растяжения-сжатия тяги качалки поперечного управления тяга подвергается растяжению с помощью устройства нагружения, при этом задаются эталонные значения силы, указанные в таблице, и в результате многократных нагружений и измерений образуется массив чисел для отрицательной ветви градуировочной характеристики канала (для силы растяжения). Далее массив результатов измерений, полученных для ступеней № 2...7 при растяжении тяги, умножается на минус единицу, и получается массив чисел для положительной ветви градуировочной характеристики (для силы сжатия). С использованием этих двух массивов чисел определяется методом наименьших квадратов полная градуировочная характеристика канала для силы растяжения-сжатия (полином первой степени).

2 Согласно НТД на испытания невращающихся элементов автомата перекося сила растяжения тяги качалки продольного управления регистрируется со знаком минус, а сила сжатия – со знаком плюс.

Продолжение приложения Б

3 ИК силы сжатия-растяжения и напряжения изгиба штока на испытательном стенде штока хвостового редуктора (стенд № 12)

3.1 Сила сжатия-растяжения штока (основной канал) (канал 12-B1)

3.2 Сила сжатия-растяжения штока (дублирующий канал) (канал 12-B2)

№ ступени	1	2	3	4	5	6	7	8
F_j , кгс	0	306	510	714	918	1122	1326	1530
$F_{дин}$, кН	0	3	5	7	9	11	13	15

Примечания

1 При градуировке ИК силы сжатия-растяжения шток подвергается растяжению с помощью устройства нагружения, при этом задаются эталонные значения силы, указанные в таблице, и в результате многократных нагружений и измерений образуется массив чисел для положительной ветви градуировочной характеристики канала (для силы растяжения). Далее массив результатов измерений, полученных для ступеней № 2...8 при растяжении штока, умножается на минус единицу, и получается массив чисел для отрицательной ветви градуировочной характеристики (для силы сжатия). С использованием этих двух массивов чисел определяется методом наименьших квадратов полная градуировочная характеристика канала для силы сжатия-растяжения (полином первой степени).

2 Сила сжатия штока регистрируется со знаком минус, а сила растяжения – со знаком плюс.

3.3 Напряжение изгиба штока в плоскости X (канал 12-B3)

3.4 Напряжение изгиба штока в плоскости Y (канал 12-B4)

№ ступени	1	2	3	4	5	6	7	8
σ_j , кгс/мм ²	0	0,0923	0,1845	0,2768	0,3691	0,4614	0,5537	0,6460
F_j , кгс	0	10,20	20,39	30,59	40,79	50,99	61,18	71,38
$F_{дин}$, кН	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7

Примечания

1 Вместо эталонного напряжения изгиба в штоке создается равное ему напряжение растяжения σ_j (см. раздел 1), которое связано с прикладываемой к штоку эталонной силой растяжения F_j соотношением:

$$F_j = \sigma_j \cdot S_{шт.ср.},$$

где $S_{шт.ср.} = 110,50 \text{ мм}^2$ – среднее значение площади поперечного сечения штока.

2 При градуировке ИК напряжения изгиба шток подвергается растяжению с помощью устройства нагружения, при этом задаются эталонные значения силы, указанные в таблице, и в результате многократных нагружений и измерений образуется массив чисел для положительной ветви градуировочной характеристики канала (для напряжения изгиба в одном направлении). Далее массив результатов измерений, полученных для ступеней № 2...8 при растяжении штока, умножается на минус единицу, и получается массив чисел для отрицательной ветви градуировочной характеристики (для напряжения изгиба в противоположном направлении). С использованием этих двух массивов чисел определяется методом наименьших квадратов полная градуировочная характеристика канала (полином первой степени).

ПРИЛОЖЕНИЕ В (рекомендуемое).
 Форма протокола поверки ИК.

СПб ОАО «Красный Октябрь»

Система измерительная испытательных стендов автомата перекоса штока, невращающихся элементов автомата перекоса и хвостового редуктора

«Динамика-2»

ПРОТОКОЛ

поверки измерительного канала №.....

«Сила»

- 1 Вид поверки
- 2 Дата поверки
- 3 Тип применяемых тензорезисторов:
- 4 Средства поверки
- 4.1 Рабочий эталон

Наименование	Пределы измерения, кН		Погрешность, %
	нижний	верхний	

4.2 Вспомогательные средства: в соответствии с методикой поверки АЭ2-810.01 МП.

5 Условия поверки

5.1 Температура окружающего воздуха, °С	
5.2 Относительная влажность воздуха, %	
5.3 Атмосферное давление, мм рт. ст.	

6 Результаты экспериментальных исследований

6.1 Внешний осмотр:

6.2 Результаты опробования:

6.3 Результаты метрологических исследований

6.3.1 Условия исследования

а) положительная ветвь характеристики

Число ступеней измерений (контрольных точек)	
Число измерений в контрольной точке	
Число циклов измерений (прямой и обратный ход)	

б) отрицательная ветвь характеристики

Число ступеней измерений (контрольных точек)	
Число измерений в контрольной точке	
Число циклов измерений (прямой и обратный ход)	

Протокол поверки ИК № от

2

6.3.2 Задаваемые контрольные точки
а) положительная ветвь характеристики

№ ступени										
Сила, кгс										

б) отрицательная ветвь характеристики

№ ступени										
Сила, кгс										

Результаты метрологических исследований и рабочие материалы, содержащие данные по составляющим погрешности ИК, приведены в приложении к настоящему протоколу. Расчет аппроксимирующего полинома и погрешности ИК производится в соответствии с методикой поверки АЭ2-810.01 МП.

6.3.3 Коэффициенты аппроксимирующего полинома

a_0	a_1

6.3.4 Погрешность ИК

Абсолютная погрешность, кгс	
*Нормированное значение силы (НЗ), кгс	
*Приведенная погрешность, %	

* Приведенная погрешность рассчитывается от нормированного значения силы (НЗ), указанного в НТД на испытания изделия.

7 Вывод

Погрешность измерительного канала № «Сила.....»
.....»
при доверительной вероятности $P = 0,95$ не превышает допустимого значения

Дата очередной поверки

Поверитель _____
(подпись, дата) (ф.и.о.)

Продолжение приложения В

Протокол поверки ИК № от

3

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПОГРЕШНОСТИ

Ветвь характеристики	Номер ступени	Эталонные значения силы, кгс	Средние значения измеренных сигналов, условн. ед.	Значения силы по полиному на прямом ходу, кгс	Значения силы по полиному на обратном ходу, кгс	Систематическая погрешность, кгс	Вариация, кгс	Среднеквадратическое отклонение, кгс	Сумма неисключенных систематических погрешностей, кгс	Коэффициент «К»	Абсолютная погрешность, кгс
1	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
2	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
<p>Неисключенные составляющие систематической погрешности:</p> <p>Погрешность рабочего эталона $\Delta_{C1} = \dots\dots\dots$ кгс</p> <p>Погрешность, вызванная изменением температуры тензорезисторов $\Delta_{C2} = \dots\dots\dots$ кгс</p> <p>Погрешность, вызванная часовой ползучестью тензорезисторов $\Delta_{C3} = \dots\dots\dots$ кгс</p>											