

УДК 620.1.05.089.6

Группа Т88.1

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ОТРАСЛЕВАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

СИЛОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ

Методика поверки

ОСТ 1 02517-84

На 28 страницах

Введен впервые

ОКСТУ 7502

Распоряжением Министерства от 27 сентября 1984 г.

№ 298-65

срок введения установлен с 1 июля 1985 г.

Настоящий стандарт распространяется на однокомпонентные, многокомпонентные, горизонтальные и вертикальные силоизмерительные системы испытательных стендов, обеспечивающие измерение силы, создаваемой тягой двигателей на станке, с пределом допускаемой относительной погрешности $\rho = \pm 0,5\%$ (для серийных) и $\rho = \pm 0,3\%$ (для опытных) в диапазоне измерений от 2 до $1 \cdot 10^3$ кН (от $2 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^5$ кгс) при доверительной вероятности $P = 0,95$ и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Издание официальное

ГР 8333814 от 29.11.84

Перепечатка воспрещена



№ изм.	1
№ изв.	11737

5223

Изм. № дубликата
Изм. № подлинника

С.А.И.И.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Ведомственной поверке подлежат силоизмерительные системы испытательных стендов, прошедшие метрологическую аттестацию по ГОСТ 8.326-89, ОСТ 1 80301-82, ОСТ 1 02583-86.

Периодичность поверки силоизмерительных систем - 1 раз в два года. В обоснованных случаях, по согласованию с головной организацией метрологической службы отрасли, межповерочный интервал может быть увеличен не более чем в 2 раза.

1.2. Ведомственная поверка силоизмерительных систем испытательных стендов осуществляется методом прямых измерений (нагрузением силоизмерительных систем контрольными усилиями, направленными по линии действия силы тяги двигателя). Для поверки силоизмерительных систем применяют образцовые средства измерений, отвечающие требованиям ОСТ 1 00463-82.

1.3. При проведении поверки силоизмерительных систем должны соблюдаться следующие требования безопасности:

- к проведению поверки силоизмерительных систем допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение и сдавшие экзамены в учебных заведениях Госстандарта (ВИСМ) и имеющие удостоверение ведомственного поверителя мер и измерительных приборов в области механических измерений;

- нагрузка и разгрузка силоизмерительных систем поверочным градуировочным устройством (ПГУ) должны производиться со скоростью, не превышающей $0,2 R_{max}$ в минуту, (R_{max} - максимальная сила тяги двигателя, измеряемая силоизмерительной системой);

- в процессе нагружения и разгрузки силоизмерительной системы должны соблюдаться правила по технике безопасности, указанные в "Инструкции по эксплуатации силоизмерительных систем", "Инструкции по эксплуатации поверочного градуировочного устройства" и "Инструкции по эксплуатации образцового динамометра".

2. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ СИЛОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

2.1. При проведении поверки силоизмерительных систем должны выполняться операции, указанные в таблице.

Наименование операции	Номер пункта стандарта
Внешний осмотр	2.5.1
Определение порога чувствительности	2.5.3
Определение случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы и цены наименьшего деления шкалы	2.5.4

№ изм	1
№ изв	11737

Инв № дубликата	5223
Инв № подлинника	

Продолжение

Наименование операции	Номер пункта стандарта
Определение вариации показаний силоизмерительной системы	2.5.5
Определение систематической составляющей погрешности силоизмерительной системы	2.5.6
Определение суммарной относительной погрешности силоизмерительной системы	2.6.4

2.2. При проведении поверки силоизмерительной системы должны применяться следующие средства поверки, поверенные в соответствии с ГОСТ 8.002-86 и ГОСТ 8.513-84:

- переносные образцовые динамометры типа КМВО (МВО), ДОВР (ДОВС) или другие переносные образцовые динамометры, отвечающие требованиям ОСТ 1 00463-82, обладающие следующими нормативно-техническими характеристиками:

диапазон измерений - от 2 до $1 \cdot 10^3$ кН (от $2 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^5$ кгс),
класс точности 0,05;

предел допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 0,2$ % в диапазоне от $0,2 R_{max}$ до R_{max} ;

- градуировочные технические грузы, соответствующие по точностным характеристикам гилям 4-го класса точности по ГОСТ 7328-82, - для получения градуировочной характеристики и определения случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы;

- гири 4-го или более высокого класса точности по ГОСТ 7328-82 массой до 0,5 кг - для определения порога чувствительности силоизмерительной системы;

- индикатор часового типа ИЧ10 класса точности 0 или 1 по ГОСТ 577-68 с диапазоном измерений от 0 до 10 мм для измерения деформационных перемещений динамометрической платформы (ДМП) при определении градуировочной характеристики и поверке силоизмерительной системы;

- уровень рамный и брусковый по ГОСТ 9392-89 с длиной рабочей поверхности 200 мм и ценой деления шкалы не более 0,15 мм/м или квадрант оптический типа КО-10 по ГОСТ 14967-80 с допускаемой погрешностью измерения $\pm 5''$ и длиной основания 150 мм - для поверки горизонтальности силопередающих звеньев ПГУ;

- ПГУ - для нагружения силоизмерительной системы контрольными усилиями, воспроизводимыми по показаниям образцового динамометра, направленными по линии действия силы тяги двигателя, при проведении поверки силоизмерительной системы.

1

11737

№ изм

№ изв

5223

Инв № дубликата

Инв № подлинника

2.3. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды - $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ (для операции "Определение систематической составляющей погрешности силоизмерительной системы);
- атмосферное давление - $101,3 \text{ кПа} \begin{matrix} +3,3 \\ -6,0 \end{matrix}$ кПа ($760 \text{ мм рт. ст.} \begin{matrix} +25 \\ -45 \end{matrix}$ мм рт. ст.);
- относительная влажность - $(65 \pm 20) \%$;
- номинальное напряжение питания электросети - $220/380 \text{ В} \pm 5 \%$;
- отсутствие ударных и вибрационных ускорений, передаваемых на силоизмерительную систему и ее элементы в момент проведения отсчета показаний, устанавливается по отсутствию колебаний линейных отметок шкалы образцового динамометра.

2.4. Перед проведением поверки силоизмерительной системы должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

2.4.1. До начала ведомственной поверки силоизмерительной системы рычажные градуировочные (РГУ) и силоизмерительные устройства должны быть проверены на соответствие требованиям ОСТ 1 02512-84 и ОСТ 1 02677-89. Проверка должна производиться не реже 1 раза в два года (в соответствии с требованиями указанных отраслевых стандартов).

2.4.2. Для силоизмерительных систем, находящихся в эксплуатации более 10 лет, перечень параметров, на соответствие которым должна производиться проверка, может уточняться по согласованию с головной организацией метрологической службы отрасли, учитывая особенности конструкции силоизмерительных систем, применяемых на предприятии.

2.4.3. В соответствии с требованиями "Технического описания и инструкции по эксплуатации силоизмерительных систем" проверить комплектность силоизмерительной системы.

2.4.4. Проверить наличие поверочных клейм Госстандарта или ведомственной метрологической службы на градуировочных грузах силоизмерительной системы или свидетельства о ведомственной поверке переносного образцового (контрольного) динамометра со вторичной аппаратурой, применяемого в качестве градуировочного устройства.

Срок действия клейма - 2 года.

2.4.5. Проверить наличие документа о поверке применяемых в силоизмерительной системе первичных и других преобразователей силы. В случае необходимости обеспечить их поверку в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документации.

2.4.6. Проверить правильность функционирования силоизмерительного и градуировочного устройств, применяемых в силоизмерительной системе.

2.4.7. Проверить правильность функционирования указателей линейных перемещений ЦМП и наличие записи в формуляре о их градуировке и очередной поверке.

№ изм	1
№ изв	11737

5223

Инв. № дубликата	
Инв. № подлинника	

2.4.8. Проверить правильность функционирования применяемых в силоизмерительной системе электромеханического вибратора и механического нагрузителя градуировочного устройства.

Примечание. Выполнение работ по пп. 2.4.6–2.4.8 осуществляется путем проведения пробных нагрузений силоизмерительной системы стендовым градуировочным устройством (СГУ) и визуального наблюдения за работой функционирующих элементов силоизмерительной системы.

2.4.9. Смонтировать на стенде ПГУ и установить в нем имитатор (силопередающий стержень) вместо применяемого при поверке переносного образцового динамометра.

2.4.10. С помощью ПГУ нагрузить силоизмерительную систему максимально допускаемой для данной системы силой $R = R_{max}$, дать выдержку 5 мин, разгрузить силоизмерительную систему. Произвести визуальный осмотр силоизмерительной системы и ПГУ на предмет отсутствия возможных остаточных деформаций в силопередающих элементах силоизмерительной системы и ПГУ.

2.4.11. Демонтировать имитатор, установить вместо него переносной образцовый динамометр, нагрузить силоизмерительную систему максимально допускаемой для данной системы силой $R = R_{max}$, дать выдержку 5 мин, осмотреть все силопередающие элементы силоизмерительной системы, разгрузить силоизмерительную систему полностью, установить отсчетное устройство динамометра на условный "нуль".

2.5. Проведение поверки

2.5.1. При внешнем осмотре должны быть проверены соответствие силоизмерительной системы и РГУ требованиям рабочего проекта, правильность и надежность крепления силопередающих (силовоспринимающих) опор, призм и подушек, состояние их рабочих поверхностей (сколы кромок и механические повреждения рабочих поверхностей призм недопустимы).

Линии рабочих ребер призм рычагов РГУ должны лежать в горизонтальной плоскости.

Рабочие ребра призм должны соприкасаться с подушками по всей длине так, чтобы суммарная длина просвета между ними не превышала 25% от рабочей длины подушки, причем просветы на ксячах призм не допускаются.

Наибольшее боковое перемещение призм по подушкам и подушек по призмам, ограниченных щечками, не должно превышать 2 мм.

Исходное положение горизонтального градуировочного рычага должно быть отрегулировано таким образом, чтобы он занимал горизонтальное положение при нагрузке на ДМП, примерно равной номинальной тяге испытываемого двигателя.

Передаточное число рычагов должно быть определено при выпуске их из производства или после ремонта с пределом допускаемой относительной погрешности измерения $\pm 0,01\%$.

№ ИЗМ	1
№ ИЗВ	1.1737

5223

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

- $r_{1,0}$ - порог чувствительности силоизмерительной системы при действующей на ДМП контрольной нагрузке (силе), равной $1,0 R_{max}$, Н (кгс);
- R_{max} - максимальная измеряемая силоизмерительной системой сила тяги двигателя, Н (кгс);
- J - передаточное число РГУ;
- $i = 5$ - количество проведенных опытов на каждой из указанных контрольных нагрузок (сил) ($n_{\Sigma} = 5$);
- $Q_{упр,1}, Q_{упр,0}$ - сила притяжения равновесия, положенного на грузоприемную платформу РГУ во время проведения единичного опыта при определении порога чувствительности системы, Н (кгс).

Порог чувствительности для вновь созданных и модернизированных силоизмерительных систем не должен превышать 0,02 % R_{max} . В виде исключения для силоизмерительных систем, созданных более 10 лет назад, допускается значение порога чувствительности, не превышающее 0,06 % R_{max} .

2.6.2. При расчете случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы определяют значения средних арифметических показаний для прямого и обратного ходов градуировочной характеристики для каждой из K ступеней нагружения:

$$L_{KH} = \frac{1}{n_{KH}} \sum_{i=1}^{n_{KH}} u_{iKH}; \quad (3)$$

$$L_{KR} = \frac{1}{n_{KR}} \sum_{i=1}^{n_{KR}} u_{iKR}, \quad (4)$$

где L_{KH} - среднее арифметическое из n_{KH} показаний силоизмерительной системы в K -ом ряду измерений при прямом ходе градуировочной характеристики силоизмерительной системы (при нагрузке), единиц отсчета;

L_{KR} - среднее арифметическое из n_{KR} показаний силоизмерительной системы в K -ом ряду измерений при обратном ходе градуировочной характеристики силоизмерительной системы (при разгрузке), единиц отсчета;

n_{KH} - общее число наблюдений показаний силоизмерительной системы в K -ом ряду измерений при нагрузке;

n_{KR} - общее число наблюдений показаний силоизмерительной системы в K -ом ряду измерений при разгрузке;

u_{iKH} - результат единичного отсчета в K -ом ряду измерений при нагрузке силоизмерительной системы;

u_{iKR} - результат единичного отсчета в K -ом ряду измерений при разгрузке силоизмерительной системы.

№ изм	№ изв

	5223
Инв № дубликата	
Инв № подлинника	

Определяют среднее средних значений L_K для каждой ступени нагружения:

$$L_K = \frac{L_{KH} + L_{KR}}{2}, \quad (5)$$

где L_K — среднее арифметическое в K -ом ряду измерений всех показаний силоизмерительной системы, полученных при нагрузке и разгрузке, единиц отсчета.

Полученные единичные результаты отсчетов показаний U_{iKH} и U_{iKR} на каждой из K ступеней прямого и обратного ходов градуировочной характеристики соответственно заносят в рекомендуемое приложение 2.

Определяют вариацию a_K и погрешность измерений γ_{aK} , обусловленную вариацией для каждой ступени нагружения:

$$a_K = L_{KR} - L_{KH}; \quad (6)$$

$$\gamma_{aK} = \frac{C_K a_K}{2 R_K} \cdot 100, \quad (7)$$

где a_K — вариация (разница между средними арифметическими показаниями силоизмерительной системы, полученными в K -ом ряду при разгрузке и нагрузке);

γ_{aK} — погрешность измерения, обусловленная вариацией в K -ом ряду измерений, %;

C_K — цена деления шкалы (единицы отсчета показаний силоизмерительной системы), Н/ед. отсч. (кгс/ед. отсч.);

R_K — сила, действующая на ДМП в K -ом ряду измерений, Н (кгс).

Определяют случайные отклонения в каждом из K рядов измерения,

если $\gamma_{aK \max} \leq 5 \cdot 10^{-4} R_{\max}$: $V_{iKH} = U_{iKH} - L_K$, (8)

$$V_{iKR} = U_{iKR} - L_K, \quad (9)$$

если $\gamma_{aK \max} > 5 \cdot 10^{-4} R_{\max}$: $V_{iKH} = U_{iKH} - L_{KH}$, (10)

$$V_{iKR} = U_{iKR} - L_{KR}, \quad (11)$$

где $\gamma_{aK \max}$ — максимальная погрешность измерения, обусловленная вариацией в K -ом ряду измерений, %;

V_{iKH} — случайные отклонения, вычисленные при нагрузке силоизмерительной системы в K -ом ряду измерений;

V_{iKR} — случайные отклонения, вычисленные при разгрузке силоизмерительной системы в K -ом ряду измерений.

Находят сумму случайных отклонений в каждом ряду измерений (они должны равняться нулю или отличаться от нуля в пределах сделанных округлений среднего арифметического и полученных значений отклонений при вычислениях). Вычисления и округления результатов осуществлять до второго знака после запятой.

№ изм

№ изв

5223

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

Рассматривая ряды измерений и полученные для них ряды случайных отклонений, следует убедиться, что в них нет резко отличающихся результатов, грубые погрешности отбраковывают, пользуясь критерием Смирнова или Романовского и оценкой грубых погрешностей, приведенных в справочном приложении 5.

Возводят в квадрат полученные значения случайных отклонений V_{iKH} и V_{iKP} и находят сумму квадратов:

$$\sum_{i=1}^{n_{KH}} V_{iKH}^2, \quad \sum_{i=1}^{n_{KP}} V_{iKP}^2.$$

Определяют цену деления шкалы (единицы отсчета) для каждой ступени нагружения:

$$C_K = \frac{R_{K+1} - R_K}{\Delta L_K} = \frac{R_{K+1} - R_K}{L_{K+1} - L_K}, \quad (12)$$

где R_{K+1} — сила, действующая на ДМП в $K+1$ ряду измерений, Н(кгс);

L_{K+1} — среднее арифметическое в $K+1$ ряду измерений всех показаний силоизмерительной системы, полученных при нагрузке и разгрузке, единиц отсчета;

ΔL_K — приращение показаний силоизмерительной системы для K -го ряда измерений.

Цена деления шкалы не должна превышать $0,15\% R_{max}$, а цена единицы отсчета по цифровому табло $0,015\% R_{max}$.

Определяют средние квадратические погрешности измерения для каждой ступени нагружения:

$$\sigma_{RK} = \sqrt{\frac{1}{n_K - 1} C_K^2 \left(\sum_{i=1}^{n_{KH}} V_{iKH}^2 + \sum_{i=1}^{n_{KP}} V_{iKP}^2 \right)}, \quad (13)$$

где σ_{RK} — абсолютная средняя квадратическая погрешность силоизмерительной системы, вычисленная для K -го ряда измерений, Н(кгс);

$n_K = n_{KH} + n_{KP}$ — число наблюдений в K -ом ряду измерений, оставшееся после исключения грубых погрешностей.

Пользуясь нормированным значением доверительной вероятности $P = 0,95$ и полученным в каждом ряду числом измерений n_K , по таблице Стьюдента-Фишера (справочное приложение 6) находят величину квантилей и определяют абсолютное значение случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы для каждой ступени нагружения по формуле:

$$\Delta R_{KP} = \sqrt{(\tau_{\alpha} \sigma_{RK})^2 + \left(\frac{C_K a_K}{2}\right)_{max}^2}, \quad (14)$$

№ изм	№ изв	1	11737
Инв. № дубликата	Инв. № подлинника		5223

где ΔR_{kp} - абсолютная случайная составляющая погрешности силоизмерительной системы, вычисленная для K -го ряда измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$;

t_{α} - квантиль Стьюдента-Фишера при $n = 20$ и $P = 0,95$.

Определяют относительные и приведенные значения случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы в каждом ряду измерений:

$$\delta_{R_{kp}} = \frac{\Delta R_{kp}}{R_k} 100; \quad (15)$$

$$\gamma_{R_{kp}} = \frac{\Delta R_{kp}}{R_{k \max}} 100, \quad (16)$$

где $\delta_{R_{kp}}$ - относительная случайная составляющая погрешности силоизмерительной системы, вычисленная для K -го ряда измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$, % от $R_{изм}$, %.

$\gamma_{R_{kp}}$ - приведенная случайная составляющая погрешности силоизмерительной системы, вычисленная для K -го ряда измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$, % от R_{max} , %.

Если полученные значения приведенных случайных погрешностей силоизмерительной системы для каждой ступени нагружения на стендах, предназначенных для испытаний серийных (опытных) двигателей не превышают 0,3 % (0,2 %), силоизмерительная система считается нормально работающей, а полученные результаты - пригодными для дальнейшей обработки. В противном случае находят и устраняют дефекты в работе силоизмерительной системы или грубые погрешности в соответствующих рядах измерений, руководствуясь критерием Романовского или Смирнова.

Определяют среднюю квадратическую погрешность результатов единичных измерений для всего диапазона измеряемых усилий, т.е. для генеральной ($n \geq 200$) совокупности измерений:

$$\sigma_{Rp}^{\circ} = \sqrt{\frac{1}{n-K} \sum_{k=1}^K [c_k^2 \left(\sum_{i=1}^{n_{kn}} v_{i_{kn}}^2 + \sum_{i=1}^{n_{kp}} v_{i_{kp}}^2 \right)]}, \quad (17)$$

где σ_{Rp}° - абсолютная средняя квадратическая погрешность силоизмерительной системы для каждой ступени нагружения, вычисленная для генеральной совокупности (всего диапазона измерений) единичных измерений при числе результатов единичных отсчетов $n \geq 200$, Н (кгс)

$$n = \sum_{k=1}^K (n_{kn} + n_{kp}), \quad (18)$$

если $K \geq 10$ ($n_{kn} + n_{kp} = 20$, то $n \geq 200$,

K - общее количество рядов измерений.

Определяют предел допускаемой случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы для всего диапазона измерения:

№ изм 1
№ изв 11737

5228

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника

$$\Delta_{R_p}^{\circ} = \sqrt{(\sigma_{\alpha} \cdot \delta_{R_p}^{\circ})^2 + \left(\frac{C_k \alpha_k}{2}\right)_{\max}^2}, \quad (19)$$

где $\Delta_{R_p}^{\circ}$ – предел допускаемой случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы для всего диапазона измерений, Н(кгс).

Определяют предел допускаемых относительных и приведенных случайных составляющих погрешности силоизмерительной системы:

$$\delta_{R_{kp}}^{\circ} = \frac{\Delta_{R_p}^{\circ}}{R_k} 100; \quad (20)$$

$$\gamma_{R_p}^{\circ} = \frac{\Delta_{R_p}^{\circ}}{R_{k \max}} 100, \quad (21)$$

где $\delta_{R_{kp}}^{\circ}$ – предел допускаемой относительной случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы для всего диапазона измерений, % от $R_{\text{цзм}}$, %;

$\gamma_{R_p}^{\circ}$ – предел допускаемой приведенной случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы для всего диапазона измерений, % от R_{max} , %.

Силоизмерительную систему испытательного стенда считают удовлетворительно работающей и пригодной для применения по назначению, если полученные значения приведенных случайных погрешностей измерения на стендах, предназначенных для испытаний серийных двигателей, не превышают 0,25 %, т.е. $|\delta_{R_p}^{\circ}| < 0,25$ %, и не превышают 0,15 % – на стендах, предназначенных для испытаний опытных двигателей.

Значение относительной вариации показаний силоизмерительной системы на каждой ступени нагружения K , если градуировочная характеристика линейна, определяется по формуле:

$$\delta_{\alpha_k} = \frac{\frac{1}{n_{kp}} \sum_{i=1}^{n_{kp}} \delta_{i_{kp}} - \frac{1}{n_{kn}} \sum_{i=1}^{n_{kn}} \delta_{i_{kn}}}{L_k} 100 \quad (22)$$

или по формуле:

$$\delta_{\alpha_k} = \frac{C_k \left(\frac{1}{n_{kp}} \sum_{i=1}^{n_{kp}} \delta_{i_{kp}} - \frac{1}{n_{kn}} \sum_{i=1}^{n_{kn}} \delta_{i_{kn}} \right)}{R_k} 100, \quad (23)$$

если градуировочная характеристика нелинейна, где δ_{α_k} – относительная вариация показаний силоизмерительной системы на каждой ступени нагружения K , %.

Инв. № дубликата	Инв. № подлинника
	5223
№ изм	№ изв
1	11737

2.6.3. Систематическую составляющую погрешности измерений определяют по формуле:

$$\Delta_{R_{СК}} = \frac{1}{R_{КН}} \left(C_{СК} \sum_{\nu=1}^{n_{КН}} U_{\nu КН \Delta} - \sum_{\nu=1}^{n_{КН}} R_{\nu КН \Delta} \right), \quad (24)$$

где $\Delta_{R_{СК}}$ - систематическая составляющая погрешности силоизмерительной системы, определяемая как разность между показаниями силоизмерительной системы и показаниями образцового динамометра в K -ом ряду измерений;

$U_{\nu КН \Delta}$ - единичный результат отсчета показаний силоизмерительной системы в K -ом ряду измерений при непосредственном нагружении силоизмерительной системы с помощью образцового динамометра, единица отсчета;

$R_{\nu КН \Delta}$ - единичные контрольные усилия, воспроизводимые в K -ом ряду измерений по показаниям образцового динамометра, Н (кгс).

Определяют относительные значения систематической составляющей погрешности измерений:

$$\delta_{R_{СК}} = \frac{\Delta_{R_{СК}}}{R_{КН \Delta}} 100, \quad (25)$$

где $\delta_{R_{СК}}$ - относительная систематическая составляющая погрешности измерений, %.

Определяют приведенное значение систематической составляющей погрешности измерений:

$$\gamma_{R_{СК}} = \frac{\Delta_{R_{СК}}}{R_{\Delta \max}} 100, \quad (26)$$

где $\gamma_{R_{СК}}$ - приведенная систематическая составляющая погрешности измерений, %.

Если окажется, что $|\gamma_{R_{СК}}| \leq 0,05$ %, то результаты измерений силоизмерительных систем испытательных стендов считают правильными.

Если $|\gamma_{R_{СК}}| > 0,05$ %, то находят и устраняют причину неправильных показаний силоизмерительной системы, а при невозможности ее устранения решают вопрос о внесении в результаты измерений соответствующих поправок и величине неисключенной систематической погрешности силоизмерительной системы.

2.6.4. Предел суммарной относительной погрешности силоизмерительной системы определяется по формуле:

$$\delta = |\delta_{R_{КД}}^{\circ} + \delta_{R_{СК}}| \max. \quad (27)$$

Если $\delta \leq 0,5$ % $R_{изм}$ в диапазоне от $0,5 R_{\max}$ до R_{\max} , силоизмерительная система считается прошедшей ведомственную поверку и допускается для испытаний серийных двигателей.

№ изм	1
№ изв	11737

Инв № дубликата	5223
Инв № подлинника	

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Рекомендуемое

Определение порога чувствительности силоизмерительной системы

стенда № _____ предприятия _____

Протокол от _____ 19__ г.

Нагрузка (сила) на ДМП, Н (кгс)	Сила притяжения дополнительных грузов q , располагаемых на грузоприемной платформе РГУ, Н (кгс)					Среднее зна- чение силы притяжения до- полнительных грузов, q_{cp} , Н(кгс)	Порог чувстви- тельности $T q_{cp}$, Н (кгс)	Порог чувстви- тельности от R_{max} , %
	1	2	3	4	5			
0,1 R_{max}								
1,0 R_{max}								

Заключение:

Обработал _____
подпись _____ инициалы и фамилия

Проверил _____
подпись _____ инициалы и фамилия

1

№ изм. 11737

№ изм.

№ изм.

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника 5223

Результаты определения случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы станда № _____
 предприятия _____
 (изделие закреплено на ДМП, полностью обязано и готово к испытанию)
 Протокол от _____ 19 __ г.

Номер ряда измерений К	Действующая на силоизмерительную систему нагрузка (сила) R = JG, Н (кгс)	Номер градуировочных характеристик																		Среднее арифметическое						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
		Результат определения градуировочной характеристики силоизмерительной системы, единиц отсчета																								
		l_{1KH}	l_{1KR}	l_{2KH}	l_{2KR}	l_{3KH}	l_{3KR}	l_{4KH}	l_{4KR}	l_{5KH}	l_{5KR}	l_{6KH}	l_{6KR}	l_{7KH}	l_{7KR}	l_{8KH}	l_{8KR}	l_{9KH}	l_{9KR}	l_{10KH}	l_{10KR}	L_{KH}	L_{KR}	L_K		
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										

№ изм. 1
№ изв 1.1737

Начало определения градуировочной характеристики силоизмерительной системы _____ ч _____ мин _____ 19__ г.

Окончание определения градуировочной характеристики силоизмерительной системы _____ ч _____ мин _____ 19__ г.

Изм. № дубликата 5223
Изм. № подлинника

Обработал _____
 дата _____ подпись _____ инициалы, фамилия _____

Проверил _____
 дата _____ подпись _____ инициалы, фамилия _____

Продолжение

Номер ряда измерений K	ΔL_k	C_k	a_k	$\gamma_{a_k}, \%$	Случайные отклонения и их квадраты																					
			$\frac{a_k}{2}$		V_{1KH}	V_{1KH}^2	V_{2KH}	V_{2KH}^2	V_{3KH}	V_{3KH}^2	V_{4KH}	V_{4KH}^2	V_{5KH}	V_{5KH}^2	V_{6KH}	V_{6KH}^2	V_{7KH}	V_{7KH}^2	V_{8KH}	V_{8KH}^2	V_{9KH}	V_{9KH}^2	V_{10KH}	V_{10KH}^2		
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										

Продолжение

№ изм. № изв	Номер ряда измерений K	Действующая на силовую измерительную систему нагрузка (сила) $R = JG, H(кгс)$	Случайные отклонения и их квадраты																				$\sum_{l=1}^{10} (V_{lKH} + V_{lKP})$	$\sum_{l=1}^{10} (V_{lKH}^2 + V_{lKP}^2)$				
			V_{1KP}	V_{1KP}^2	V_{2KP}	V_{2KP}^2	V_{3KP}	V_{3KP}^2	V_{4KP}	V_{4KP}^2	V_{5KP}	V_{5KP}^2	V_{6KP}	V_{6KP}^2	V_{7KP}	V_{7KP}^2	V_{8KP}	V_{8KP}^2	V_{9KP}	V_{9KP}^2	V_{10KP}	V_{10KP}^2						
5223	1																											
	2																											
	3																											
	4																											
	5																											
	6																											
	7																											
	8																											
	9																											
	10																											
	11																											

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника

Продолжение

Номер ряда измерений K	Действующая на силоизмерительную систему нагрузка (сила) $R = \mathcal{U}G$, Н (кгс)	Средняя квадратическая погрешность рядов измерений, δ_{R_k} , Н (кгс)	Предельная случайная погрешность рядов измерений при $P=0,95$			C_k^2 , Н/ед. отсч. (кгс/ед. отсч.)	$C_k^2 \sum_{l=1}^{n_{kh}} V_{lkh}^2$	$C_k^2 \sum_{l=1}^{n_{kr}} V_{lkr}^2$	$C_k^2 \sum_{k=1}^{10} \sum_{l=1}^{10} (V_{lkh}^2 + V_{lkr}^2)$	Средняя квадратическая погрешность силоизмерительной системы δ_{R_p} , Н (кгс)	Предельная случайная составляющая погрешности силоизмерительной системы при $P=0,95$		
			$\Delta_{R_{kp}}$, Н (кгс)	$\delta_{R_{kp}}^*$, отв., %	$\delta_{R_{kp}}^*$, прив., %						Δ_{R_p} , Н (кгс)	$\delta_{R_p}^*$, %	$\delta_{R_p}^*$, %
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													

№ изм. 1
№ изв. 11737

Инв. № дубликата 5223
Инв. № подлинника

Инв. № дубликата	
Инв. № подлинника	5223

№ изм.	1												
№ изв	11737												

Определение систематической составляющей погрешности силоизмерительной системы стенда № _____
 предприятия _____

1. Определение градуировочной характеристики силоизмерительной системы непосредственным нагружением (через диаметр)

Протокол от _____ 19__ г.

Номер ряда измерений, К	Усилие, Н (кгс)	Номер градуировочных характеристик по нагрузке					Среднее арифметическое единиц отсчета (делений)	Приведение к 1-й контрольной нагрузке		Цена деления шкалы, Н/ед. отсчета (кгс/ед. отсчета)
		1	2	3	4	5		Н (кгс)	единиц отсчета (делений)	
		Показания силоизмерительной системы в единицах отсчета (делениях)								
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										

Заключение:

Инв. № дубликата

№ изм

Инв. № подлинника

5228

№ изв

2. Определение градуировочной характеристики СГУ по линии нагрузки

Продолжение

Номер ряда измерений К	Усилие Н (кгс)	Номер градуировочных характеристик по нагрузке					Среднее арифметическое единиц отсче- та (делений)	Приведение к 1-й контрольной нагрузке		Цена деления шкалы, Н/ед. отсчета (кгс/ед. отсчета)
		1	2	3	4	5		Н (кгс)	единиц отсчета (делений)	
		Показание силоизмерительной системы в единицах отсчета (делениях)								
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										

Заключение:

ОСТ 1 02517-84

Стр. 20

Инв. № дубликата		№: изм	1											
Инв. № подлинника	5223	№: изв	11737											

Деформационные перемещения ДМП силоизмерительной системы испытательного стенда № _____
 предприятия _____

1. Определение градуировочной характеристики силоизмерительной системы непосредственным нагружением (через динамометр)

Протокол от _____ 19 __ г.

Номер ряда измерений К	Усилие, Н (кгс)	Номер градуировочных характеристик									
		1		2		3		4		5	
		Перемещение ДМП по индикаторам №, мм (1 - передний, 2 - задний)									
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											

Заключение:

Инв. № дубликата	
Инв. № подлинника	5223

№ изм.	1													
№ изв.	11737													

2. Определение градуировочной характеристики силоизмерительной системы СГУ

Протокол от _____ 19 __ г.

Продолжение

Номер ряда измерений, К	Усилие, Н (кгс)	Номер градуировочных характеристик									
		1		2		3		4		5	
		Перемещение ДМП по индикаторам №, мм (1 - передний, 2 - задний)									
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											

Заключение:

ОТБРАКОВКА ГРУБЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ И ЗНАЧЕНИЯ
СТАТИСТИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ ДЛЯ ГРУБЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ
(КРИТЕРИЙ РОМАНОВСКОГО)

Известны различные методы определения грубых погрешностей измерения, однако они требуют знания дисперсии генеральной совокупности $\hat{\sigma}$ и поэтому могут дать удовлетворительные результаты при выборках, содержащих большое число результатов наблюдений, когда эмпирическая дисперсия близка к генеральной.

Учитывая, что при определении предела допускаемой случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы средняя квадратическая погрешность измерения для каждого из K рядов (ступеней) нагружений определяется по ограниченному числу зарегистрированных показаний силоизмерительной системы ($n_K \leq 20$), для отбраковки резко отличающихся результатов, т.е. содержащих грубые погрешности измерений, следует пользоваться критерием Романовского, основанным на распределении Стьюдента.

В этом случае, если в K -ом ряду измерений $b_{1K}, b_{2K}, b_{3K}, \dots, b_{LK}, b_{(L+1)K}$ результат $b_{(L+1)K}$ окажется сомнительным, его исключают из ряда наблюдений и находят среднее арифметическое для оставшегося ряда

$$L_K = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n b_{lK} \quad (1)$$

и среднее квадратическое отклонение

$$\hat{\sigma}_K = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{l=1}^n (b_{lK} - L_K)^2} \quad (2)$$

Далее по таблице находят значение τ' , соответствующее доверительной вероятности $\rho = 0,95$ при оставшемся в ряду числе измерений (n), и определяют допустимое значение интервала ε по выражению:

$$\varepsilon = \tau' \hat{\sigma}_K \quad (3)$$

Если полученное допускаемое значение ε окажется меньше значения $b_{(L+1)K} - L_K$, то результат $b_{(L+1)K}$ подлежит исключению из ряда измерений.

№ изм	1	№ изв	11737
Инв № дубликата		Инв № подлинника	5223

Значения
 статистического критерия \mathcal{T}' для грубых погрешностей измерений
 (критерий Романовского)

Число измерений $n-1$	Доверительная вероятность $\rho=0,95$	Число измерений $n-1$	Доверительная вероятность $\rho=0,95$
1	-	18	2,168
2	15,561	19	2,156
3	4,969	20	2,145
4	3,558	21	2,135
5	3,041	22	2,127
6	2,777	23	2,119
7	2,616	24	2,112
8	2,508	25	2,105
9	2,431	26	2,099
10	2,372	27	2,094
11	3,327	28	2,088
12	2,291	29	2,083
13	2,261	30	2,079
14	2,236	40	2,048
15	2,215	60	2,018
16	2,197	120	1,988
17	2,181		

№ изм

№ изв

5223

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

ЗНАЧЕНИЯ
КОЭФФИЦИЕНТА СТЬЮДЕНТА-ФИШЕРА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОВЕРИТЕЛЬНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ
И ЧИСЛА ИЗМЕРЕНИЙ

Значения τ_{α} , удовлетворяющие равенству $2 \int_0^{\tau_{\alpha}} S(\tau, \kappa) d\tau = \alpha$

Число измерений $n_{\kappa} = n - 1$	Доверительная вероятность $P = 0,95$	Число измерений $n_{\kappa} = n - 1$	Доверительная вероятность $P = 0,95$
1	12,706	18	2,103
2	4,303	19	2,093
3	3,182	20	2,086
4	2,776	21	2,080
5	2,571	22	2,074
6	2,447	23	2,069
7	2,365	24	2,064
8	2,306	25	2,060
9	2,262	26	2,056
10	2,228	27	2,052
11	2,201	28	2,048
12	2,179	29	2,045
13	2,160	30	2,042
14	2,145	40	2,021
15	2,131	60	2,000
16	2,120	120	1,980
17	2,110	∞	1,960

№ изм

№ изв

5223

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

Результаты поверки силоизмерительной системы стенда № _____ предприятия _____ методом непосредственного нагружения с использованием образцового динамометра типа _____ № _____ в комплекте с отсчетным устройством № _____
Протокол от " ____ " _____ 19 ____ г.

№ изм.	№ изв.	№ изм.	№ изв.	Номер ряда измерений К	Результат определения градуировочной характеристики силоизмерительной системы ПГУ (методом непосредственного нагружения)					Результат определения градуировочной характеристики силоизмерительной системы СГУ			
					Погрешность динамометра δ_{Nt} от изменения температуры, % ($\delta_{Nt} = \Delta t \cdot 0,03$, где $\Delta t = t_{пов. сист.} - t_{пов. дин}$)	Усилие, воспроизводимое образцовым динамометром		Среднее арифметическое показаний указателя силы тяги двигателя, L_{KH}^n дел.(ед.отсч.) $L_{KH}^n = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n L_{lKH}$	Перемещение ДМП (среднее арифметическое)		Усилие, воспроизводимое СГУ, R_{KM}^r Н (кгс)	Среднее арифметическое показаний указателя силы тяги двигателя, L_{KH}^r дел.(ед.отсч.) $L_{KH}^r = \frac{1}{n_{KH}} \sum_{l=1}^{n_{KH}} L_{lKH}^r$	Приращение показаний указателя силы тяги двигателя, ΔL_{KH}^r дел.(ед.отсч.) $\Delta L_{KH}^r = L_{(K+1)H}^r - L_{KH}^r$
по градуировочной характеристике R_{KHd} , Н (кгс)	с учетом температурной поправки, R_{KHd}^t , Н (кгс) $R_{KHd}^t = R_{KHd} - R_{KHd} \delta_{Nt} \cdot 10^{-2}$	приведенные к 1-й контрольной точке $R_{KHd}^{t прив}$, Н (кгс) $R_{KHd}^{t прив} = R_{KHd}^t - R_{1KHd}^t$	в плоскости передних упругих опор, λ_{KPR} , мм $\lambda_{KPR} = \frac{1}{n_{KH}} \sum_{l=1}^{n_{KH}} \lambda_{lKPR}$	в плоскости задних упругих опор, λ_{KZR} , мм $\lambda_{KZR} = \frac{1}{n_{KH}} \sum_{l=1}^{n_{KH}} \lambda_{lKZR}$									
		1											
		2											
		3											
		4											
		5											
		6											
		7											
		8											
		9											
		10											
		11											

№ дубликата 5223 № подлинника	СОГЛАСОВАНО Главный метролог предприятия _____ / _____ / " ____ " ____ 19 ____ г. Представитель заказчика _____ / _____ / " ____ " ____ 19 ____ г.	Заключение: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	Исполнители Представитель службы ОГМетр _____ / _____ / должность подпись инициалы, фамилия Представитель службы эксплуатации _____ / _____ / должность подпись инициалы, фамилия Представитель ГОМС отрасли _____ / _____ / должность подпись инициалы, фамилия
-------------------------------------	--	---	---

Продолжение

Номер ряда измерений K	Результат определения градуировочной характеристики силоизмерительной системы СГУ		Систематическое расхождение в перемещениях ДМП		Систематическая составляющая погрешности силоизмерительной системы из-за разности перемещений и влияния устойчивости ДМП		Усилие, измеренное силоизмерительной системой при ее поверке		Систематическая составляющая погрешности силоизмерительной системы		
	Перемещение ДМП (среднее арифметическое)		в плоскости задних упругих пластин, λ_{K3} , мм	в плоскости передних упругих пластин, $\Delta\lambda_{K1}$, мм	абсолютная, $\Delta R_{K Ky}$, Н (кгс)	относительная, $\delta R_{K Ky}$, %	без приведения к 1-й контрольной точке, $R_{KH изм}$, Н (кгс)	приведенное к 1-й контрольной точке, $R_{KH прив}$, Н (кгс)	абсолютная, $\Delta R_{СК}$, Н (кгс)	относительная, $\delta R_{СК}$, %	приведенная, $\gamma R_{СК}$, %
	в плоскости передних упругих пластин, λ_{K1} , мм	в плоскости задних упругих пластин, λ_{K3} , мм									
	$\lambda_{K1} = \frac{1}{n_{KH}} \sum_{i=1}^{n_{KH}} \lambda_{iK1}$	$\lambda_{K3} = \frac{1}{n_{KH}} \sum_{i=1}^{n_{KH}} \lambda_{iK3}$	$\Delta\lambda_{K1} = \lambda_{K1} - \lambda_{K1p}$	$\Delta\lambda_{K3} = \lambda_{K3} - \lambda_{K3p}$	$\Delta R_{K Ky} = K_y \frac{\Delta\lambda_{K1} + \Delta\lambda_{K3}}{2}$	$\delta R_{K Ky} = \frac{\Delta R_{K Ky}}{R_{KH}^t - R_{KH}^e} \cdot 100$	$R_{KH изм} = f(L_{KH}^n)$	$R_{KH прив} = R_{KH изм} - R_{1H изм}$	$\Delta R_{СК} = R_{KH изм}^t - R_{KH прив}^t$	$\delta R_{СК} = \frac{\Delta R_{СК}}{R_{KH}^t - R_{KH}^e} \cdot 100$	$\gamma R_{СК} = \frac{\Delta R_{СК}}{R_{KH max}^t - R_{KH}^e} \cdot 100$
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											

$\delta R_{СК ср}$ $\gamma R_{СК ср}$

Обработал _____
 подпись инициалы, фамилия

Проверил _____
 подпись инициалы, фамилия

Ивв № дубликата
 Ивв № подлинника

5223

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ изм.	Номера страниц				Номер "Изв. об изм."	Подпись	Дата	Срок введения изменения
	изме- ненных	замене- нных	новых	анну- пиро- ванных				
Переиздан с учетом изменения № 1.								

Изм. № дубликата	
Изм. № подлинника	5223