УДК 620.1.05.089.6

Группа Т88.1

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ОТРАСЛЕВАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

СИЛОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ

Методика поверки

ОКСТУ 7502

ОСТ 1 02517-84

На 28 страницах

Введен впервые

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 $\delta = \pm 0{,}5$ % (для серийных) и $\delta = \pm 0{,}3$ % (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 поверок.

Издание официальное ★

ГР 8333814 от 29.11.84

Перепечатка воспрещена

№ изм. 1 | № изв. 11737

Инв. № дубликата 5223 | Инв. № подлинника

gost.e-ecolog.ru

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

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 (нагружением 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;

– нагружение 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

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 гирям 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.

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

2.3. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды - $(20\pm5)\ ^{o}C$ (для операции "Определение систематической составляющей погрешности силоизмерительной системы);
- атмосферное давление - 101,3 кПа $^{+3,3}_{-6,0}$ кПа (760 мм рт.ст. $^{+25}_{-45}$ мм рт.ст.);
- относительная влажность - (65 ± 20) %;
- номинальное напряжение питания электросети - 220/380 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 ДМП и наличие записи в формуляре о их градуировке и очередной поверке.

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

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

Примечание. Выполнение работ по пп. 2.4.6 – 2.4.8 осуществляется путем проведения пробных нагружений 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 концах 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 ± 0,01%.

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

2.5.2. Под метрологическими характеристиками (по ГОСТ 8.009-84) силоизмерительной системы понимают характеристики таких свойств, которые оказывают влияние на результаты и погрешности измерений:

- порог чувствительности силоизмерительной системы;
- случайная составляющая погрешности силоизмерительной системы;
- вариация (гистерезис) показаний силоизмерительной системы;
- цена наименьшего деления (единицы отсчета) шкалы силоизмерительной системы;
- систематическая составляющая погрешности силоизмерительной системы;
- суммарная относительная погрешность силоизмерительной системы.

2.5.3. Определение порога чувствительности силоизмерительной системы производится при нагрузках $0,1\,R_{max}$ и $1,0\,R_{max}$.

Порядок выполнения операции: при действии на ДМП указанных нагрузок на грузоприемное устройство плавно (без толчков) навешивают такое количество технических разновесов, которое создает дополнительную силу, действующую на ДМП, и вызывающую малейшее изменение показаний силоизмерительной системы, заметное невооруженным глазом при обычном для силоизмерительной системы способе отсчета.

Данные заносятся в протокол, оформляемый в соответствии с рекомендуемым приложением 1.

Для каждой из указанных контрольных нагрузок эксперимент повторяется не менее 5 раз.

2.5.4. Определение случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы и цены деления шкалы производится в диапазоне рабочих нагрузок $(0,1 - 1,0)\,R_{max}$. Случайная составляющая погрешности силоизмерительной системы определяется на контрольных нагрузках, соответствующих 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 % от максимального значения силы, измеряемой силоизмерительной системой при испытании двигателей.

Количество результатов измерений, зарегистрированных на каждой контрольной нагрузке (прямого и обратного хода), должно быть не менее 10.

Порядок выполнения операции: осуществляя ряд статических однократных градуировок силоизмерительной системы (не менее 10) с помощью СГУ и рассматривая зарегистрированные показания силоизмерительной системы на каждой контрольной нагрузке как ряды измерений одинакового достоинства, определяют цену деления шкалы и пределы допускаемых случайных погрешностей результатов единичных измерений при нормированном значении доверительной вероятности $P = 0,95$ в соответствии с требованиями ОСТ 1 01021-81 и ОСТ 1 02512-84.

Полученные результаты оформляются протоколом в соответствии с рекомендуемым приложением 2.

2.5.5. Вариацию показаний силоизмерительной системы определяют как наибольшую, полученную экспериментально, разность между полученными средними

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

арифметическими значениями многократных показаний, соответствующих одному и тому же действительному значению измеряемой силы для прямого и обратного ходов градуировки силоизмерительной системы.

Эта характеристика определяется по результатам математической обработки полученных не менее десяти однократных статических градуировок, проведенных в нормальных условиях, с целью оценки пределов допускаемой случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы (рекомендуемое приложение 2).

Для силоизмерительных систем, обеспечивающих измерение силы с относительной погрешностью измерения, не превышающей 0,5 % (для серийных изделий) и 0,3 % (для опытных изделий), максимальное относительное значение вариации показаний не должно превышать 0,5 и 0,3 % соответственно в диапазоне от 0,3 R_{max} до R_{max}.

2.5. 6. Определение систематической составляющей погрешности силоизмерительной системы производится путем сличения показаний силоизмерительной системы, полученных в нормальных статических условиях при ее градуировке СГУ с показаниями, полученными при нагружении силоизмерительной системы усилиями, направленными по линии действия силы тяги двигателя, воспроизводимыми ПГУ.

При определении систематической составляющей погрешности силоизмерительной системы ДМП последовательно нагружают ступенями, не превышающими $0,1\,R_{max}$ 5 раз с помощью СГУ, а затем 5 раз с помощью образцового динамометра, регистрируя при этом в рекомендуемом приложении 3 показания силоизмерительной системы, а в рекомендуемом приложении 4 – значения деформационных перемещений ДМП на каждой ступени нагружения.

Работа по определению систематической составляющей погрешности силоизмерительной системы должна выполняться за время 8 – 12 ч в условиях, указанных в п. 2.3. данного стандарта, без перерывов между отдельными градуировками более 1 ч. Изменение установившейся в боксе температуры за время выполнения поверочных градуировок силоизмерительной системы не должно превышать 2 °С.

2.6. Обработка результатов наблюдений

2.6.1. Порог чувствительности силоизмерительной системы определяется по формулам:

$$r_{0,1} = \frac{1}{5} \mathcal{I} \sum_{i=1}^{5} q_i r_{0,1} \; ; \qquad (1)$$

$$r_{1,0} = \frac{1}{5} \mathcal{I} \sum_{i=1}^{5} q_i r_{1,0} \; , \qquad (2)$$

где $r_{0,1}$ – порог чувствительности силоизмерительной системы при действующей на ДМП контрольной нагрузке (силе), равной $0,1\,R_{max}$, Н (кгс);

№ изм 1 | № изв 11737
Инв. № дубликата | 5223
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) ($n_{\Sigma} = 5$);

$q_{ir_{0,1}}, q_{ir_{1,0}}$ – сила притяжения разновеса, 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:

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

$$L_{Kp} = \frac{1}{n_{Kp}} \sum_{i=1}^{n_{Kp}} b_{iKp} , \qquad (4)$$

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_{Kp} – среднее арифметическое из n_{Kp} 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_{Kp} – общее число наблюдений показаний силоизмерительной системы в K-ом ряду измерений при разгрузке;

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

b_{iKp} – результат единичного отсчета в K-ом ряду измерений при разгрузке силоизмерительной системы.

№ изм | № изв
Инв № дубликата | Инв № подлинника | 5223

Определяют среднее средних значений L_K для каждой ступени нагружения:

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

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 b_{iKH} и b_{iKp} 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:

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

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

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

γ_{a_K} – 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 $\gamma_{a_K max} \leq 5 \cdot 10^{-4} R_{max}$: $V_{bKH} = b_{bKH} - L_K$, (8)

$V_{iKp} = b_{bKp} - L_K$, (9)

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

$V_{iKp} = b_{bKp} - L_{Kp}$, (11)

где $\gamma_{a_K max}$ – 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_{bKp} – 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
Инв. № дубликата | 5223 | 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 $V_{i\,кн}$ и $V_{i\,кр}$ и находят сумму квадратов:

$$\sum_{i=1}^{n_{кн}} V_{i\,кн}^2 , \quad \sum_{i=1}^{n_{кр}} V_{i\,кр}^2 .$$

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

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

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:

$$\sigma_{R_K} = \sqrt{\frac{1}{n_K - 1}\, C_K^2 \left(\sum_{i=1}^{n_{кн}} V_{i\,кн}^2 + \sum_{i=1}^{n_{кр}} V_{i\,кр}^2 \right)} , \qquad (13)$$

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

$n_K = n_{кн} + n_{кр}$ – 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:

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

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

где $\Delta_{R_{кр}}$ – абсолютная случайная составляющая погрешности силоизмерительной системы, вычисленная для $К$ -го ряда измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$;

τ_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:

$$\delta_{R_{кр}} = \frac{\Delta_{R_{кр}}}{R_к} 100; \qquad (15)$$

$$\gamma_{R_{кр}} = \frac{\Delta_{R_{кр}}}{R_{к\,max}} 100, \qquad (16)$$

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

$\gamma_{R_{кр}}$ – приведенная случайная составляющая погрешности силоизмерительной системы, вычисленная для $К$ -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:

$$\overset{\circ}{\sigma}_{R_p} = \sqrt{\frac{1}{n-К} \sum_{к=1}^{К} \left[c_к^2 \left(\sum_{i=1}^{n_{кн}} V_{i_{кн}}^2 + \sum_{i=1}^{n_{кр}} V_{i_{кр}}^2 \right) \right]}, \qquad (17)$$

где $\overset{\circ}{\sigma}_{R_p}$ – 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)

$$n = \sum_{к=1}^{К} (n_{кн} + n_{кр}), \qquad (18)$$

если $К \geq 10$ $\quad (n_{кн} + n_{кр}) = 20$, то $n \geq 200$,

$К$ – общее количество рядов измерений.

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

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

$$\overset{\circ}{\Delta}_{R_p} = \sqrt{(t_\alpha \cdot \overset{\circ}{\sigma}_{R_p})^2 + \left(\frac{c_K a_K}{2}\right)^2_{max}}, \qquad (19)$$

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

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

$$\overset{\circ}{\delta}_{R_{Kp}} = \frac{\overset{\circ}{\Delta}_{Rp}}{R_K} 100; \qquad (20)$$

$$\overset{\circ}{\gamma}_{R_p} = \frac{\overset{\circ}{\Delta}_{Rp}}{R_{K\,max}} 100, \qquad (21)$$

где $\overset{\circ}{\delta}_{R_{Kp}}$ – предел допускаемой относительной случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы для всего диапазона измерений, % от $R_{изм}$, %;

$\overset{\circ}{\gamma}_{R_p}$ – 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. $|\overset{\circ}{\gamma}_{R_p}| < 0{,}25$ %, 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:

$$\delta_{a_K} = \frac{\frac{1}{n_{Kp}} \sum_{i=1}^{n_{Kp}} b_{iKp} - \frac{1}{n_{KH}} \sum_{i=1}^{n_{KH}} b_{iKH}}{L_K} 100 \qquad (22)$$

или по формуле:

$$\delta_{a_K} = \frac{c_K \left(\frac{1}{n_{Kp}} \sum_{i=1}^{n_{Kp}} b_{iKp} - \frac{1}{n_{KH}} \sum_{i=1}^{n_{KH}} b_{iKH}\right)}{R_K} 100, \qquad (23)$$

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

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

2.6.3. Систематическую составляющую погрешности измерений определяют по формуле:

$$\Delta_{R_{CK}} = \frac{1}{n_{KH}} \left(c_K \sum_{i=1}^{n_{KH}} b_{i\,KH\partial} - \sum_{i=1}^{n_{KH}} R_{i\,KH\partial} \right), \qquad (24)$$

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

$b_{i\,KH\partial}$ – единичный результат отсчета показаний силоизмерительной системы в K-ом ряду измерений при непосредственном нагружении силоизмерительной системы с помощью образцового динамометра, единиц отсчета;

$R_{i\,KH\partial}$ – единичные контрольные усилия, воспроизводимые в K-ом ряду измерений по показаниям образцового динамометра, Н(кгс).

Определяют относительные значения систематической составляющей погрешности измерений:

$$\delta_{R_{CK}} = \frac{\Delta_{R_{CK}}}{R_{KH\partial}} 100, \qquad (25)$$

где $\delta_{R_{CK}}$ – относительная систематическая составляющая погрешности измерений, %.

Определяют приведенное значение систематической составляющей погрешности измерений:

$$\gamma_{R_{CK}} = \frac{\Delta_{R_{CK}}}{R_{\partial\,max}} 100, \qquad (26)$$

где $\gamma_{R_{CK}}$ – приведенная систематическая составляющая погрешности измерений, %.

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

Если $|\gamma_{R_{CK}}| > 0{,}05$ %, 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:

$$\delta = |\overset{\circ}{\delta}_{R_{KP}} + \delta_{R_{CK}}|_{max}. \qquad (27)$$

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

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

Если $\delta \leq 0{,}3\ \%\ R_{изм}$ в том же диапазоне, силоизмерительная система считается прошедшей поверку и допускается для измерений при испытаниях опытных двигателей.

Результаты поверки силоизмерительной системы представляются в виде протокола, оформляемого в соответствии с обязательным приложением 7, где $R_{нд0}$ - значение предварительной, постоянно действующей подгрузки динамометра, если таковая имеется.

2.7. Результаты поверки силоизмерительной системы оформляются протоколами (рекомендуемые приложения 1, 2, 3, 4 и обязательное приложение 7 данного стандарта) и свидетельством о поверке по ОСТ 1 00421-81.

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

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 значение силы притяжения дополнительных грузов, $q_{ср}$, Н (кгс)	Порог чувствительности $\mathcal{T} q_{ср}$, Н (кгс)	Порог чувствительности 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

№ изм. 1 | № изв. 11737

Инв. № дубликата | Инв. № подлинника 5223

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

Результаты определения случайной составляющей погрешности силоизмерительной системы стенда № _____

предприятия _____

(изделие закреплено на ДМП, полностью обвязано и готово к испытанию)

Протокол от _____ 19 ___ г.

Номер ряда измерений K	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																						
		$b_{1кн}$	$b_{1кр}$	$b_{2кн}$	$b_{2кр}$	$b_{3кн}$	$b_{3кр}$	$b_{4кн}$	$b_{4кр}$	$b_{5кн}$	$b_{5кр}$	$b_{6кн}$	$b_{6кр}$	$b_{7кн}$	$b_{7кр}$	$b_{8кн}$	$b_{8кр}$	$b_{9кн}$	$b_{9кр}$	$b_{10кн}$	$b_{10кр}$	$L_{кн}$	$L_{кр}$	$L_к$
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								

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

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

Обработал _____ _____ _____
дата подпись инициалы, фамилия

Проверил _____ _____ _____
дата подпись инициалы, фамилия

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

Продолжение

Номер ряда измерений K	ΔL_K	C_K	a_K / $\frac{a_K}{2}$	γa_K, %	Случайные отклонения и их квадраты																			
					$V_{1кн}$	$V_{1кн}^2$	$V_{2кн}$	$V_{2кн}^2$	$V_{3кн}$	$V_{3кн}^2$	$V_{4кн}$	$V_{4кн}^2$	$V_{5кн}$	$V_{5кн}^2$	$V_{6кн}$	$V_{6кн}^2$	$V_{7кн}$	$V_{7кн}^2$	$V_{8кн}$	$V_{8кн}^2$	$V_{9кн}$	$V_{9кн}^2$	$V_{10кн}$	$V_{10кн}^2$
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								

Продолжение

Номер ряда измерений K	Действующая на силоизмерительную систему нагрузка (сила) $R = \mathcal{J}G$, Н (кгс)		Случайные отклонения и их квадраты																					
			$V_{1кр}$	$V_{1кр}^2$	$V_{2кр}$	$V_{2кр}^2$	$V_{3кр}$	$V_{3кр}^2$	$V_{4кр}$	$V_{4кр}^2$	$V_{5кр}$	$V_{5кр}^2$	$V_{6кр}$	$V_{6кр}^2$	$V_{7кр}$	$V_{7кр}^2$	$V_{8кр}$	$V_{8кр}^2$	$V_{9кр}$	$V_{9кр}^2$	$V_{10кр}$	$V_{10кр}^2$	$\sum_{i=1}^{10}(V_{iкн}+V_{iкр})$	$\sum_{i=1}^{10}(V_{iкн}^2+V_{iкр}^2)$
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								

№ изм. | № изв

Инв. № дубликата | Инв. № подлинника | 5223

Продолжение

Номер ряда измерений K	Действующая на силоизмерительную систему нагрузка (сила) $R=JG$, Н (кгс)	Средняя квадратическая погрешность рядов измерений, σ_{R_K}, Н (кгс)	Предельная случайная погрешность рядов измерений при P=0,95			C_K^2, Н/ед. отсч. (кгс/ед. отсч.)	$C_K^2 \sum_{i=1}^{n_{KH}} V_{iKH}^2$	$C_K^2 \sum_{i=1}^{n_{KP}} V_{iKP}^2$	$C_K^2 \sum_{K=1}^{10} \sum_{i=1}^{10} (V_{iKH}^2 + V_{iKP}^2)$	Средняя квадратическая погрешность силоизмерительной системы σ_{Rp}, Н (кгс)	Предельная случайная составляющая погрешности силоизмерительной системы при P=0,95		
			$\Delta_{R_{KP}}$, Н (кгс)	$\delta_{R_{KP}}^{\circ}$, отн., %	$\gamma_{R_{KP}}$, прив., %						$\overset{\circ}{\Delta}_{Rp}$, Н (кгс)	$\overset{\circ}{\gamma}_{Rp}$, %	$\overset{\circ}{\delta}_{Rp}$, %
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													

№ изм. 1
№ изв. 11737

Инв. № дубликата 5223
Инв. № подлинника

Определение систематической составляющей погрешности силоизмерительной системы стенда № _____

предприятия _____

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

Протокол от _____ 19_____ г.

Номер ряда измерений, K	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:

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Рекомендуемое

2. Определение градуировочной характеристики СГУ по линии нагрузки

Продолжение

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

Заключение:

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 K	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:

2. Определение градуировочной характеристики силоизмерительной системы СГУ

Протокол от _____ 19 ___ г.

Продолжение

Номер ряда измерений, K	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:

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное

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 δ 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 $b_{1K}, b_{2K}, b_{3K}; \ldots; b_{iK}; b_{(i+1)K}$ результат $b_{(i+1)K}$ окажется сомнительным, его исключают из ряда наблюдений и находят среднее арифметическое для оставшегося ряда

$$L_K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} b_{iK} \qquad (1)$$

и среднее квадратическое отклонение

$$\sigma_K = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (b_{iK} - L_K)^2} . \qquad (2)$$

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

$$\varepsilon = \tau' \sigma_K . \qquad (3)$$

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

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

Значения

статистического критерия τ' для грубых погрешностей измерений

(критерий Романовского)

Число измерений $n-1$	Доверительная вероятность $P=0,95$	Число измерений $n-1$	Доверительная вероятность $P=0,95$
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
Инв. № дубликата | 5223
Инв. № подлинника

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

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
Инв. № дубликата | 5223
Инв № подлинника

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Обязательное

Результаты поверки силоизмерительной системы стенда № _____ предприятия _____ методом непосредственного нагружения с использованием образцового динамометра типа _____ № _____ в комплекте с отсчетным устройством № _____

Протокол от "____" _____ 19____ г.

Номер ряда измерений k	Результат определения градуировочной характеристики силоизмерительной системы ПГУ (методом непосредственного нагружения)							Результат определения градуировочной характеристики силоизмерительной системы СГУ			
	Погрешность динамометра δ_{N_t} от изменения температуры, % ($\delta_{N_t} = \Delta t \cdot 0{,}03$, где $\Delta t = t_{пов\ силоизм\ сист.} - t_{пов.\ дин}$)	Усилие, воспроизводимое образцовым динамометром: по градуировочной характеристике $R_{кнд}$, Н (кгс)	Усилие, воспроизводимое образцовым динамометром: с учетом температурной поправки, $R^t_{кнд}$, Н (кгс); $R^t_{кнд} = R_{кнд} - R_{кнд}\delta_{N_t} 10^{-2}$	Усилие, воспроизводимое образцовым динамометром: приведенные к 1-й контрольной точке $R^t_{кнд\ прив}$, Н (кгс); $R^t_{кнд\ прив} = R^t_{кнд} - R^t_{1\,нд}$	Среднее арифметическое показаний указателя силы тяги двигателя, $L^n_{кн}$ дел.(ед.отсч.); $L^n_{кн} = \frac{1}{n^n_{кн}} \sum_{i=1}^{n^n_{кн}} l_{i\,кн}$	Перемещение ДМП (среднее арифметическое): в плоскости передних упругих опор, $\lambda_{кп\,R}$, мм; $\lambda_{кп\,R} = \frac{1}{n^n_{кн}} \sum_{i=1}^{n^n_{кн}} \lambda_{i\,кп\,R}$	Перемещение ДМП (среднее арифметическое): в плоскости задних упругих опор, $\lambda_{кз\,R}$, мм; $\lambda_{кз\,R} = \frac{1}{n^n_{кн}} \sum_{i=1}^{n^n_{кн}} \lambda_{i\,кз\,R}$	Усилие, воспроизводимое СГУ, $R^r_{км}$, Н (кгс)	Среднее арифметическое показаний указателя силы тяги двигателя, $L^r_{кн}$, дел.(ед.отсч.); $L^r_{кн} = \frac{1}{n^r_{кн}} \sum_{i=1}^{n^r_{кн}} l_{i\,кн}$	Приращение показаний указателя силы тяги двигателя, $\Delta L^r_{кн}$, дел.(ед.отсч.); $\Delta L^r_{кн} = L^r_{(к+1)н} - L^r_{кн}$	Цена деления шкалы указателя силы тяги двигателя, $C_к$, Н/ед.отсч. (кгс/ед.отсч.); $C_к = \frac{R^r_{(к+1)н} - R^r_{кн}}{L^r_{(к+1)н} - L^r_{кн}}$
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											

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

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

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 передних упругих пластин, $\lambda_{кп}$, мм	в плоскости задних упругих пластин, $\lambda_{кз}$, мм	в плоскости передних упругих пластин, $\Delta\lambda_{кп}$, мм	в плоскости задних упругих пластин, $\Delta\lambda_{кз}$, мм	абсолютная, $\Delta_{R_к K_у}$, Н (кгс)	относительная, $\delta_{R_к K_у}$, %	без приведения к 1-й контрольной точке, $R_{кн\ изм}$, Н (кгс)	приведенное к 1-й контрольной точке, $R_{кн\ прив}$, Н (кгс)	абсолютная, $\Delta_{R_{ск}}$, Н (кгс)	относительная, $\delta_{R_{ск}}$, %	приведенная, $\gamma_{R_{ск}}$, %
	$\lambda_{кп}=\frac{1}{n_{кн}^{г}}\sum_{i=1}^{n_{кн}^{г}}\lambda_{i\,кп}$	$\lambda_{кз}=\frac{1}{n_{кн}^{г}}\sum_{i=1}^{n_{кн}^{г}}\lambda_{i\,кз}$	$\Delta\lambda_{кп}=\lambda_{кп}-\lambda_{кпR}$	$\Delta\lambda_{кз}=\lambda_{кз}-\lambda_{кзR}$	$\Delta_{R_к K_у}=K_у\frac{\Delta\lambda_{кп}+\Delta\lambda_{кз}}{2}$	$\delta_{R_к K_у}=\frac{\Delta_{R_к K_у}}{R^{т}_{кнд}-R^{т}_{нд_0}}100$	$R_{кн\ изм}=f(L^{п}_{кн})$	$R_{кн\ прив}=R_{кн\ изм}-R_{1н\ изм}$	$\Delta_{R_{ск}}=R^{прив}_{кн\ изм}-R^{т}_{кнд\ прив}$	$\delta_{R_{ск}}=\frac{\Delta_{R_{ск}}}{R^{т}_{кнд}-R^{т}_{нд_0}}100$	$\gamma_{R_{ск}}=\frac{\Delta_{R_{ск}}}{R^{т}_{нд\,max}-R^{т}_{нд_0}}100$
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

№ изм | № изв | Инв № дубликата | Инв № подлинника | 5223

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ изм.	Номера страниц				Номер "Изв. об изм."	Подпись	Дата	Срок введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных				
Переиздан с учетом изменения № 1.								

Инв. № бликата 5223

Инв. № длинника

gost.e-ecolog.ru