

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИИМ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУП «УНИИМ»

С.В. Медведевских

«05» марта 2018 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система автоматическая для измерений сил
и крутящих моментов сил
6ТВ-205/11

Методика поверки

МП 231-233-2017

Екатеринбург
2018

Предисловие

Разработана: ФГУП «УНИИМ»

Исполнители: Шимолин Ю.Р. (ФГУП «УНИИМ»)

Трибушевская Л.А. (ФГУП «УНИИМ»)

Утверждена: ФГУП «УНИИМ»

Введена в действие «05» марта 2018 г.

Содержание

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	4
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	5
4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	5
5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	6
6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	6
7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ	6
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	7
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	17

Государственная система обеспечения единства измерений

Система автоматическая для измерений сил и крутящих моментов сил 6ТВ-205/11

Методика поверки

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на систему автоматическую для измерений сил и крутящих моментов сил 6ТВ-205/11 (далее - система 6ТВ-205/11), изготовленную ФГУП «СибНИИ им. С.А. Чаплыгина», г. Новосибирск, и устанавливает методы и средства её первичной и периодической поверок.

Система 6ТВ-205/11 предназначена для измерений сил и крутящих моментов сил, воздействующих на модель летательного аппарата (ЛА) при проведении испытаний в аэродинамической трубе. Система 6ТВ-205/11 применяется при исследованиях аэродинамики моделей летательных аппаратов и других объектов на дозвуковых скоростях при их испытаниях в аэродинамической трубе транзвуковых скоростей Т-205М постоянного действия с закрытой рабочей частью на скоростях потока до 600 м/с.

Интервал между поверками – один год.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815	«Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» (Зарегистрировано в Минюсте России 04.09.2015 N 38822).
ГОСТ 12.2.007.0-75	Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 12.3.019-80	Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 8.021-2015	ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массы.
ГОСТ 166-89	Штангенциркули. Технические условия.
ГОСТ OIML R 111-1-2009	ГСИ. Гири классов E ₁ , E ₂ , F ₁ , F ₂ , M ₁ , M ₁₋₂ , M ₂ , M ₂₋₃ и M ₃ . Часть 1. Метрологические и технические требования.
Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок	Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 328н от 24 июля 2013 г.

Примечание - При использовании настоящей методики целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то раздел, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 Первичную поверку системы 6ТВ-205/11 выполняют до ввода в эксплуатацию, а также после ее ремонта.

3.2 Периодическую поверку выполняют в процессе эксплуатации системы 6ТВ-205/11 по истечении интервала между поверками.

3.3 При проведении первичной и периодической поверок системы 6ТВ-205/11 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	8.3		
3.1 Определение диапазонов измерений сил и крутящих моментов сил	8.3.1	Да	Нет
3.2 Определение погрешности измерений сил и крутящих моментов сил	8.3.2	Да	Да

3.4 В случае отрицательного результата хотя бы по одной операции поверка прекращается, систему 6ТВ-205/11 признают непригодной к применению.

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть использованы средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики	Наименование и тип основных и вспомогательных средств поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.5, 7.6	Квадрант оптический КО-60М, диапазон измерения угла $\pm 120^\circ$, $\Delta \pm 30''$, (технические условия ТУЗ-3.1387-76).
7.3	Штангенциркуль ЩЦЦ-III по ГОСТ 166, $L=(0-400)$ мм, $\Delta=\pm 0,04$ мм.
7.3, 7.4, 8.2, 8.3	Имитатор модели ЛА с базами приложения сил $L_1=300,06$ мм, $L_2=269,10$ мм, $L_3=280,18$ мм и $L_4=199,92$ мм (входит в комплект системы 6ТВ-205/11).
8.2, 8.3	Вспомогательные отклоняющие блоки для преобразования вертикально приложенной нагрузки в нагрузку, приложенную в горизонтальной плоскости.
8.2, 8.3	16 грузоприемных платформ с узлами крепления непосредственно на имитатор модели ЛА и гибкими тягами через отклоняющие блоки.
8.2, 8.3	Эталоны единицы массы 4-го разряда по ГОСТ 8.021 в диапазоне значений от 0,2 до 20,0 кг (гири эталонные класса точности M_1 по ГОСТ OIML R 111-1)
8.3	Эталоны единицы массы 4-го разряда по ГОСТ 8.021 в диапазоне значений от 20 до 200 кг (гири эталонные класса точности M_1 по ГОСТ OIML R 111-1)

4.2 Применяемые эталоны должны быть аттестованы и иметь действующие свидетельства об аттестации, средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке, вспомогательное оборудование должно быть исправным.

4.3 Для проведения поверки допускается применение аналогичных эталонов и средств измерений, не приведенных в таблице 2, при условии обеспечения ими необходимой точности измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

5.1 К поверке системы 6ТВ-205/11 допускаются лица, имеющие образование не ниже среднего технического, ознакомившиеся с эксплуатационной документацией (далее - ЭД) на систему, работающие в метрологической службе организации, аккредитованной на право поверки средств измерений механических величин.

6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При проведении поверки должны выполняться требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на применяемые средства поверки и поверяемое СИ, а также общие требования безопасности по ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.3.019, Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 45 до 75;
- изменение температуры за время поверки должно быть, °С, не более 2.

7.2 Перед проведением поверки выдерживают систему 6ТВ-205/11 и средства поверки в условиях по 7.1 не менее 4 часов.

7.3 С помощью штангенциркуля ШЦ измеряют расстояния между точками приложения сил (длины баз L_1 , L_2 , L_3 , L_4) на имитаторе летательного аппарата (ЛА) - настроечном приспособлении АО-68. Внешний вид настроечного приспособления АО-68 приведен на рисунке 1.

Измерения производят между следующими точками: А1-А2 (L_{1-1}) и А3-А4 (L_{1-2}); В1-В2 (L_{2-1}) и В3-В4 (L_{2-2}); С1-С4 (L_{3-1}) и С2-С3 (L_{3-2}); А1-А4 (L_{4-1}) и А2-А3 (L_{4-2}).

Рассчитывают действительные значения длин баз L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , мм, по формулам:

$$L_1 = \frac{L_{1-1} + L_{1-2}}{2}, \quad (1)$$

$$L_2 = \frac{L_{2-1} + L_{2-2}}{2}, \quad (2)$$

$$L_3 = \frac{L_{3-1} + L_{3-2}}{2}, \quad (3)$$

$$L_4 = \frac{L_{4-1} + L_{4-2}}{2}, \quad (4)$$

Действительные значения длин баз должны находиться в диапазонах: $L_1 = (300,06 \pm 0,30)$ мм; $L_2 = (269,10 \pm 0,20)$ мм; $L_3 = (280,18 \pm 0,20)$ мм; $L_4 = (199,92 \pm 0,20)$ мм.

7.4 Закрепляют имитатор ЛА на державке системы 6ТВ-205/11, устанавливают на имитатор ЛА тяги с грузоприемными платформами для наложения эталонных гирь в соответствии с указаниями РЭ системы 6ТВ-205/11.

7.5 С помощью квадранта КО-60М производят измерения отклонений вертикальных тяг системы 6ТВ-205/11 от вертикального положения. Отклонения вертикальных тяг от их вертикального положения не должны превышать $10'$.

7.6 С помощью квадранта КО-60М производят измерения отклонений горизонтальных тяг системы 6ТВ-205/11 и гибких силопередающих элементов от горизонтального положения. Отклонения горизонтальных тяг и гибких силопередающих элементов от их горизонтального положения не должны превышать $10'$.

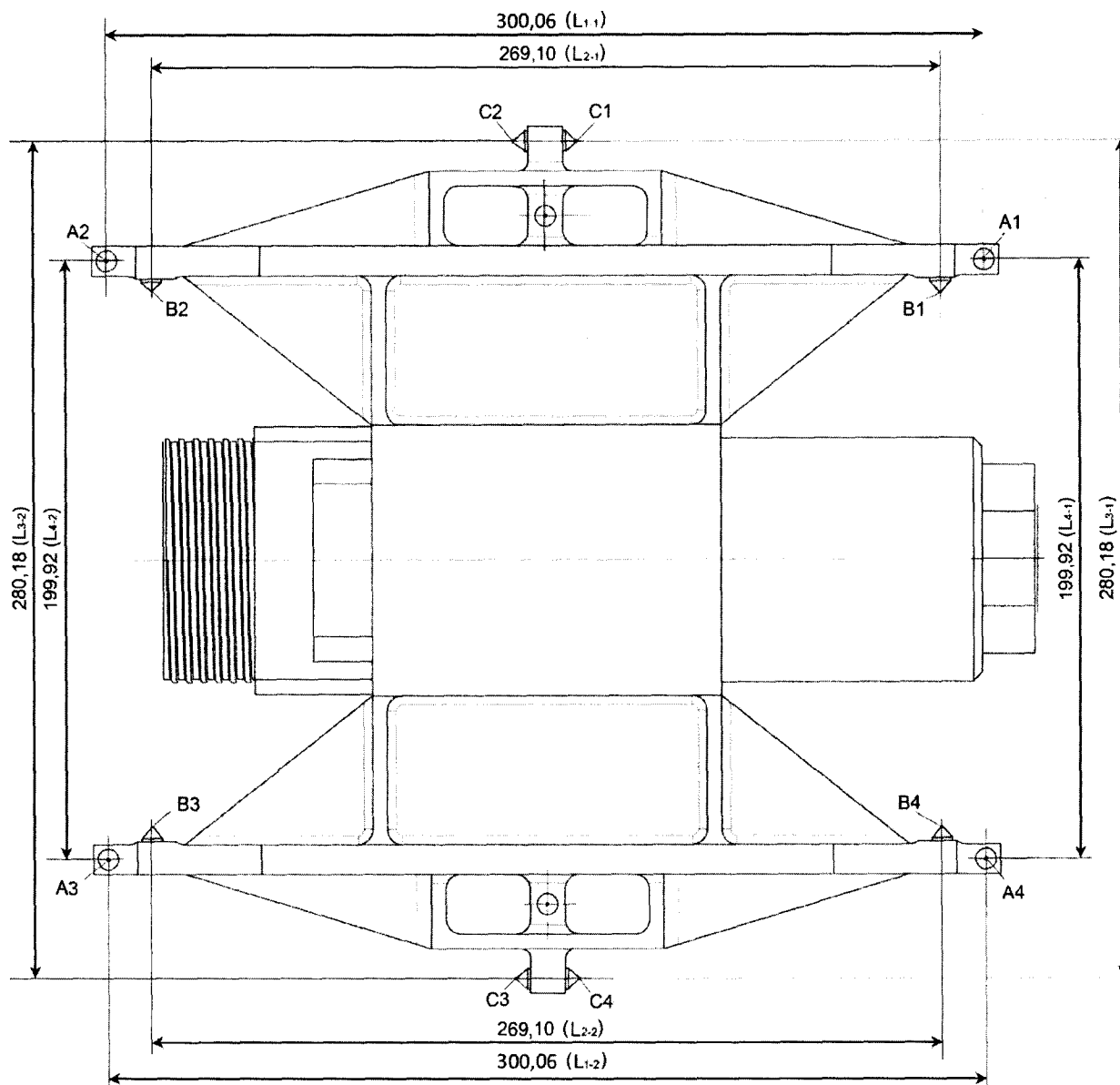


Рисунок 1 - Измерения длин баз имитатора ЛА

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие системы 6ТВ-205/11 следующим требованиям:

- отсутствие видимых внешних повреждений составных частей системы;
- отсутствие механических повреждений изоляции соединительных кабелей;
- отсутствие посторонних предметов в рабочей зоне системы.

8.1.2 Если требования 8.1.1 настоящей методики не выполняются, систему 6ТВ-205/11 признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8.2 Опробование

8.2.1 Включают измерительную часть системы 6ТВ-205/11. Подключаются с удаленного рабочего места оператора через удаленный рабочий стол к крейтконтроллеру 6ТВ-205/11.

8.2.2 Проверяют идентификационные данные программного обеспечения (ПО) системы 6ТВ-205/11 следующим образом:

- запускают программное обеспечение (ПО Metro141) системы 6ТВ-205/11;
- открывают главное окно ПО Metro141 и проверяют идентификационные данные ПО системы 6ТВ-205/11.

Идентификационные данные ПО системы 6ТВ-205/11 должны соответствовать указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные ПО системы 6ТВ-205/11

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	METRO-M141
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v 1.25.0
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует

8.2.3 Производят поочередное нагружение каждой из шестнадцати грузоприемных платформ гириями массой не более 3 кг. Схема нагружения имитатора нагрузки системы 6ТВ-205/11 приведена на рисунке 2.

8.2.4 Опробование считается законченным, если в процессе проведения действий по п. 8.2.3 показания измерительных каналов системы 6ТВ-205/11 ($X_B, Y_B, Z_B, M_{XB}, M_{YB}, M_{ZB}$) изменялись от их начальных значений.

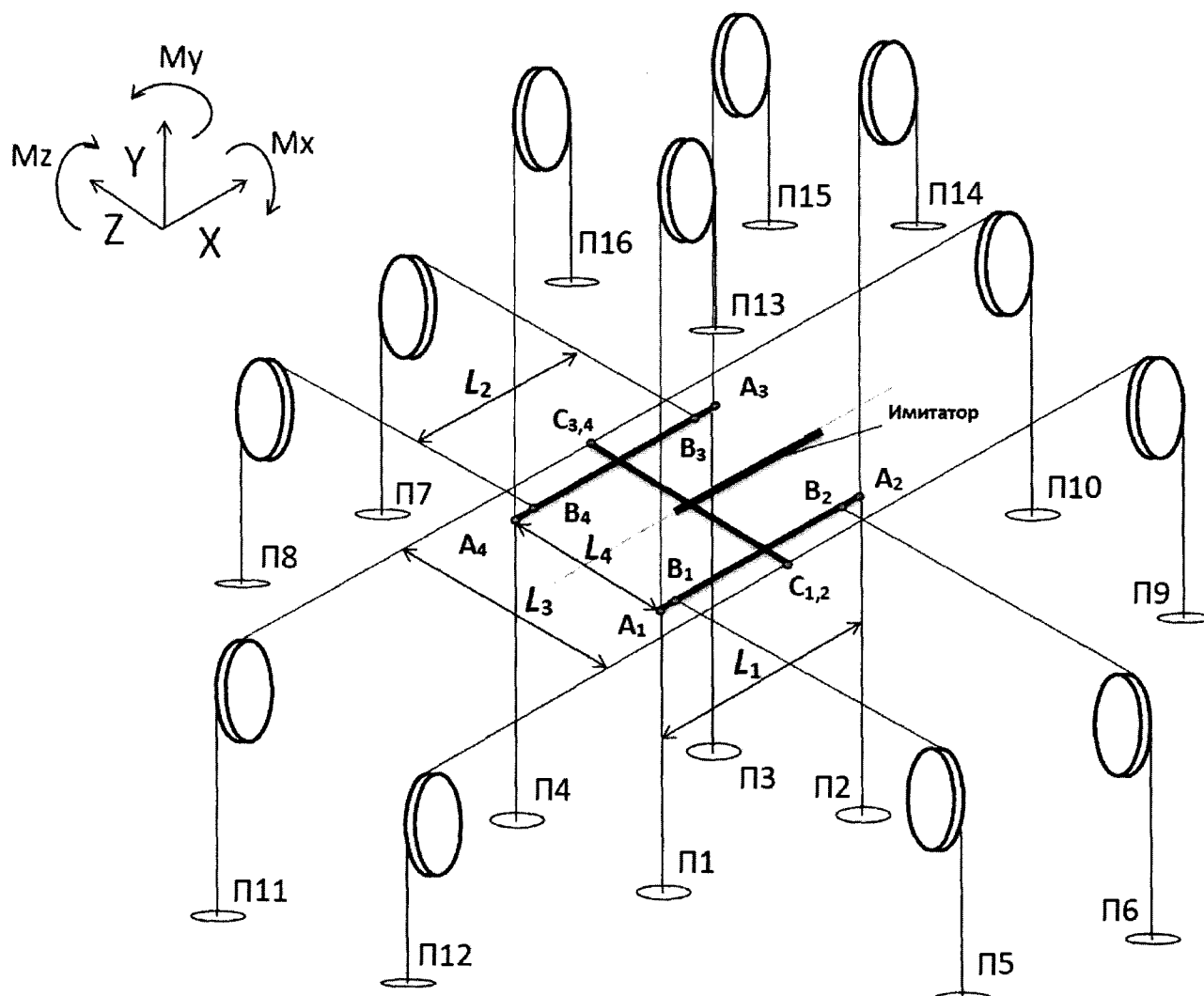


Рисунок 2 - Кинематическая схема системы 6ТВ-205/11

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение диапазонов измерений сил и крутящих моментов сил

8.3.1.1 Убедившись в отсутствии гирь на грузоприемных платформах П1...П16, обнуляют показания системы. Нагружая грузоприемные платформы П1...П16 эталонными гирями в соответствии с таблицей 3 и регистрируя показания измерительных каналов системы 6ТВ-205/11, проверяют соответствие диапазонов измерения сил и крутящих моментов сил значениям, указанным в описании типа системы.

8.3.1.2 В зависимости от массы установленных гирь система должна отображать результаты измерений сил и крутящих моментов сил в пределах, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 - Проверка диапазонов измерений системы 6ТВ-205/11

Наименование и обозначение измерительного канала	Суммарная масса гирь, устанавливаемых на грузоприемные платформы системы АВ-203, кг																Допускаемые пределы показаний системы 6ТВ-205/11
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10	П11	П12	П13	П14	П15	П16	
Нагрузка по оси X, X _B	--	--	--	--	--	--	--	--	10	10	--	--	--	--	--	--	(196,29±0,27) Н
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3,5	3,5	--	--	--	--	-(68,70±0,27) Н
Нагрузка по оси Y, Y _B	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	43	43	43	43	(1688,11±3,38) Н
	43	43	43	43	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-(1688,11±3,38) Н
Нагрузка по оси Z, Z _B	--	--	--	--	--	--	15	15	--	--	--	--	--	--	--	--	(294,44±1,19) Н
	--	--	--	--	15	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-(294,44±1,19) Н
Крутящий момент силы относительно оси X, M _{XB}	8,7	8,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	8,7	8,7	(34,14±0,14) Н·м
	--	--	8,7	8,7	--	--	--	--	--	--	--	--	8,7	8,7	--	--	-(34,14±0,14) Н·м
Крутящий момент силы относительно оси Y, M _{YB}	--	--	--	--	15	--	15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	(39,62±0,16) Н·м
	--	--	--	--	--	15	--	15	--	--	--	--	--	--	--	--	-(39,62±0,16) Н·м
Крутящий момент силы относительно оси Z, M _{ZB}	--	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	25	--	--	25	(147,25±0,30) Н·м
	25	--	--	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	25	25	--	-(147,25±0,30) Н·м

8.3.2 Определение погрешности измерений сил и крутящих моментов сил

8.3.2.1 Для определения действительных значений погрешностей системы 6ТВ-205/11 по каждому из измерительных каналов (X_B, Y_B, Z_B, M_{XB}, M_{YB}, M_{ZB}) проводят серии нагружений грузоприемных платформ П1...П16 эталонными гирями с регистрацией показаний измерительных каналов.

8.3.2.2 Измерительный канал X_B (нагрузка по оси X)

а) Убеждаются в отсутствии гирь на грузоприемных платформах П1...П16, обнуляют показания системы по измерительным каналам.

б) Проводят три серии нагружений, устанавливая эталонные гири на грузоприемные платформы П9...П12 в соответствии с таблицей 4, при каждой установке считывают показания системы по измерительному каналу X_B.

в) Рассчитывают для каждой *i*-той (*i*=1...5) ступени каждой *j*-той (*j*=1...3) серии нагружения действительные значения силы, прилагаемой к имитатору модели ЛА по оси X при воздействии наложенных гирь, по формуле

$$P_{Xij} = g \cdot [(m_{9i} - m_{12i}) + (m_{10i} - m_{11i})], \quad (5)$$

где P_{Xij} - сила, действующая на имитатор модели ЛА по оси X на *i*-той ступени *j*-той серии нагружения, Н;

g - ускорение свободного падения (для г. Новосибирска, место установки системы 6ТВ-205/11, $g = 9,8146 \text{ м/с}^2$), м/с²;

m_{9i} - масса гирь, установленных на П9, кг;

m_{10i} - масса гирь, установленных на П10, кг;

m_{11i} - масса гирь, установленных на П11, кг;

m_{12i} - масса гирь, установленных на П12, кг.

г) Рассчитывают для каждой *i*-той ступени нагружения средние показания системы на данной ступени по измерительному каналу X_B по формуле

$$\overline{P_{Xi}} = \frac{\sum_{j=1}^N P_{Xij}}{N}, \quad (6)$$

где N - количество измерений на данной ступени, $N = 3$;

j - номер измерения на данной ступени;

P_{Xij} - показания системы на *i*-той ступени *j*-той серии нагружения по измерительному каналу X_B , Н;

$\overline{P_{Xi}}$ - среднее значение показаний системы на *i*-той ступени нагружения по измерительному каналу X_B , Н.

д) Рассчитывают для каждой *i*-той ступени нагружения значения абсолютной погрешности измерений силы по оси X по формуле

$$\Delta_{Xi} = \overline{P_{Xi}} - P_{Xi\text{расч.}}, \quad (7)$$

где Δ_{Xi} - абсолютная погрешность системы на *i*-той ступени нагружения по измерительному каналу X_B , Н;

$P_{Xi\text{расч.}}$ - расчетное значение силы, прилагаемой к имитатору модели ЛА по оси X на *i*-той ступени нагружения при воздействии наложенных гирь, Н.

е) Рассчитывают для каждой *i*-той ступени нагружения значения погрешности измерений силы по оси X , приведенной к диапазону измерений, по формуле

$$\gamma_{Xi(\text{прив.})} = \frac{\Delta_{Xi}}{P_{X\text{max}}} \cdot 100, \quad (8)$$

где $\gamma_{Xi(\text{прив.})}$ - приведенное к диапазону измерений значение погрешности системы на *i*-той ступени нагружения по измерительному каналу X_B , %;

$P_{X\text{max}}$ - диапазон измерений силы по измерительному каналу X_B ($P_{X\text{max}}=270$ Н), Н.

ж) Результаты измерений и расчетов заносят в таблицу 4.

Таблица 4 - Расчет погрешностей измерений по измерительному каналу X_B

№ п/п	Масса устанавливаемых гирь, кг					$P_{Xi\text{расч.}}$ Н	Показания системы 6ТВ-205, Н				Δ_{Xi} , Н	$\gamma_{Xi(\text{прив.})}$, %
	П9	П10	П11	П12	Сумма		P_{Xi1}	P_{Xi2}	P_{Xi3}	$\overline{P_{Xi}}$		
1	--	--	--	--	0	0						
2	2	2	--	--	4	39,26						
3	4	4	--	--	8	78,52						
4	6	6	--	--	12	117,78						
5	8	8	--	--	16	157,03						
6	10	10	--	--	20	196,29						
Снять все наложенные гири, обнулить показания системы												
7	--	--	--	--	0	0						
8	--	--	0,7	0,7	1,4	-13,74						
9	--	--	1,4	1,4	2,8	-27,48						
10	--	--	2,1	2,1	4,2	-41,22						
11	--	--	2,8	2,8	5,6	-54,96						
12	--	--	3,5	3,5	7,0	-68,70						

з) Результаты считаются положительными, если приведенные к диапазону измерений значения погрешности системы по измерительному каналу X_B находятся в пределах $\pm 0,1$ %.

8.3.2.3 Измерительный канал Y_B (нагрузка по оси Y)

а) Убеждаются в отсутствии гирь на грузоприемных платформах П11...П16, обнуляют показания системы по измерительным каналам.

б) Проводят три серии нагружений, устанавливая эталонные гири на грузоприемные платформы П1...П4 и П13...П16 в соответствии с таблицей 4, при каждой установке считывают показания системы по измерительному каналу Y_B .

в) Рассчитывают для каждой i -той ($i=1...5$) ступени каждой j -той ($j=1...3$) серии нагружения действительные значения силы, прилагаемой к имитатору модели ЛА по оси Y при воздействии наложенных гирь, по формуле

$$P_{Yij} = g \cdot [(m_{13i} - m_{1i}) + (m_{14i} - m_{2i}) + (m_{15i} - m_{3i}) + (m_{16i} - m_{4i})], \quad (9)$$

где P_{Yij} - сила, воздействующая на имитатор модели ЛА по оси Y на i -той ступени j -той серии нагружения, Н;

m_{1i} - масса гирь, установленных на П1, кг;

m_{2i} - масса гирь, установленных на П2, кг;

m_{3i} - масса гирь, установленных на П3, кг;

m_{4i} - масса гирь, установленных на П4, кг;

m_{13i} - масса гирь, установленных на П13, кг;

m_{14i} - масса гирь, установленных на П14, кг;

m_{15i} - масса гирь, установленных на П15, кг;

m_{16i} - масса гирь, установленных на П16, кг.

г) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения средние показания системы на данной ступени по измерительному каналу Y_B по формуле

$$\overline{P_{Yi}} = \frac{\sum_{j=1}^N P_{Yij}}{N}, \quad (10)$$

где N - количество измерений на данной ступени, $N = 3$;

j - номер измерения на данной ступени;

P_{Yij} - показания системы на i -той ступени j -той серии нагружения по измерительному каналу Y_B , Н;

$\overline{P_{Yi}}$ - среднее значение показаний системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу Y_B , Н.

д) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения значения абсолютной погрешности измерений силы по оси Y по формуле

$$\Delta_{Yi} = \overline{P_{Yi}} - P_{Yi\text{расч.}}, \quad (11)$$

где Δ_{Yi} - абсолютная погрешность системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу Y_B , Н;

$P_{Yi\text{расч.}}$ - расчетное значение силы, прилагаемой к имитатору модели ЛА по оси Y на i -той ступени нагружения при воздействии наложенных гирь, Н.

е) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения значения погрешности измерений силы по оси Y , приведенной к диапазону измерений, по формуле

$$\gamma_{Yi(\text{прив.})} = \frac{\Delta_{Yi}}{P_{Y\text{max}}} \cdot 100, \quad (12)$$

где $\gamma_{Yi(\text{прив.})}$ - приведенное к диапазону измерений значение погрешности системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу Y_B , %;

$P_{Y\text{max}}$ - диапазон измерений силы по измерительному каналу Y_B ($P_{Y\text{max}}=3400$ Н), Н.

ж) Результаты измерений и расчетов заносят в таблицу 5.

Таблица 5 - Расчет погрешностей измерений по измерительному каналу Y_B

№ п/п	Масса устанавливаемых гирь, кг									$P_{Y_{расч.}}$ Н	Показания системы 6ТВ-205, Н				Δ_{Y_i} Н	$\gamma_{Y_i(прив.)}$ %
	П1	П2	П3	П4	П13	П14	П15	П16	Сумма		$P_{Y_{i1}}$	$P_{Y_{i2}}$	$P_{Y_{i3}}$	$\overline{P_{Y_i}}$		
1	--	--	--	--	--	--	--	--	0	0						
2	8	8	8	8	--	--	--	--	32	314,07						
3	16	16	16	16	--	--	--	--	64	628,13						
4	24	24	24	24	--	--	--	--	96	942,20						
5	32	32	32	32	--	--	--	--	128	1256,27						
6	40	40	40	40	--	--	--	--	160	1570,34						
Снять все наложенные гири, обнулить показания системы																
7	--	--	--	--	--	--	--	--	0	0						
8	--	--	--	--	8	8	8	8	32	-314,07						
9	--	--	--	--	16	16	16	16	64	-628,13						
10	--	--	--	--	24	24	24	24	96	-942,20						
11	--	--	--	--	32	32	32	32	128	-1256,27						
12	--	--	--	--	40	40	40	40	160	-1570,34						

з) Результаты считаются положительными, если приведенные к диапазону измерений значения погрешности системы по измерительному каналу Y_B находятся в пределах $\pm 0,1\%$.

8.3.2.4 Измерительный канал Z_B (нагрузка по оси Z)

а) Убеждаются в отсутствии гирь на грузоприемных платформах П1...П16, обнуляют показания системы по измерительным каналам.

б) Проводят три серии нагружений, устанавливая эталонные гири на грузоприемные платформы П5...П8 в соответствии с таблицей 6, при каждой установке считывают показания системы по измерительному каналу Z_B .

в) Рассчитывают для каждой i -той ($i=1...5$) ступени каждой j -той ($j=1...3$) серии нагружения действительные значения силы, прилагаемой к имитатору модели ЛА по оси Z при воздействии наложенных гирь, по формуле

$$P_{Zij} = g \cdot [(m_{8i} - m_{5i}) + (m_{7i} - m_{6i})], \quad (13)$$

где P_{Zij} - сила, действующая на имитатор модели ЛА по оси Z на i -той ступени j -той серии нагружения, Н;

m_{5i} - масса гирь, установленных на П5, кг;

m_{6i} - масса гирь, установленных на П6, кг;

m_{7i} - масса гирь, установленных на П7, кг;

m_{8i} - масса гирь, установленных на П8, кг.

г) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения средние показания системы на данной ступени по измерительному каналу Z_B по формуле

$$\overline{P_{Zi}} = \frac{\sum_{j=1}^N P_{Zij}}{N}, \quad (14)$$

где N - количество измерений на данной ступени, $N = 3$;

j - номер измерения на данной ступени;

P_{Zij} - показания системы на i -той ступени j -той серии нагружения по измерительному каналу Z_B , Н;

$\overline{P_{Zi}}$ - среднее значение показаний системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу Z_B , Н.

д) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения значения абсолютной погрешности измерений силы по оси Z по формуле

$$\Delta_{Zi} = \overline{P_{Zi}} - P_{Zi_{расч.}}, \quad (15)$$

где ΔZ_i - абсолютная погрешность системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу Z_B , Н;

$P_{Z\text{расч.}}$ - расчетное значение силы, прилагаемой к имитатору модели ЛА по оси Z на i -той ступени нагружения при воздействии наложенных гирь, Н.

е) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения значения погрешности измерений силы по оси Z , приведенной к диапазону измерений, по формуле

$$\gamma_{Zi(\text{прив.})} = \frac{\Delta Z_i}{P_{Z\text{max}}} \cdot 100, \quad (16)$$

где $\gamma_{Zi(\text{прив.})}$ - приведенное к диапазону измерений значение погрешности системы по измерительному каналу Z_B , %;

$P_{Z\text{max}}$ - диапазон измерений силы по измерительному каналу Z_B ($P_{Z\text{max}}=600$ Н), Н.

ж) Результаты измерений и расчетов заносят в таблицу 6.

Таблица 6 - Расчет погрешностей измерений по измерительному каналу Z_B

№ п/п	Масса устанавливаемых гирь, кг					$P_{Z\text{расч.}}$ Н	Показания системы 6ТВ-205, Н				ΔZ_i , Н	$\gamma_{Zi(\text{прив.})}$, %
	П5	П6	П7	П8	Сумма		P_{Zi1}	P_{Zi2}	P_{Zi3}	$\overline{P_{Zi}}$		
1	--	--	--	--	0	0						
2	--	--	3	3	6	58,89						
3	--	--	6	6	12	117,78						
4	--	--	9	9	18	176,66						
5	--	--	12	12	24	235,55						
6	--	--	15	15	30	294,44						
Снять все наложенные гири, обнулить показания системы												
7	--	--	--	--	0	0						
8	3	3	--	--	6	-58,89						
9	6	6	--	--	12	-117,78						
10	9	9	--	--	18	-176,66						
11	12	12	--	--	24	-235,55						
12	15	15	--	--	30	-294,44						

з) Результаты считаются положительными, если приведенные к диапазону измерений значения погрешности системы по измерительному каналу Z_B находятся в пределах $\pm 0,2$ %.

8.3.2.5 Измерительный канал $M_{XВ}$ (крутящий момент силы относительно оси X)

а) Убеждаются в отсутствии гирь на грузоприемных платформах П1...П16, обнуляют показания системы по измерительным каналам.

б) Проводят три серии нагружений, устанавливая эталонные гири на грузоприемные платформы П1...П4 и П13...П16 в соответствии с таблицей 7, при каждой установке считывают показания системы по измерительному каналу $M_{XВ}$.

в) Рассчитывают для каждой i -той ($i=1...5$) ступени каждой j -той ($j=1...3$) серии нагружения действительные значения крутящего момента силы, прилагаемого к имитатору модели ЛА относительно оси X при воздействии наложенных гирь, по формуле

$$M_{Xij} = \frac{L_4}{2} \cdot g \cdot [(m_{1i} - m_{13i}) + (m_{2i} - m_{14i}) + (m_{15i} - m_{3i}) + (m_{16i} - m_{4i})], \quad (17)$$

где M_{Xij} - крутящий момент силы, действующий на имитатор модели ЛА относительно оси X на i -той ступени j -той серии нагружения, Н·м;

L_4 - база L_4 имитатора модели ЛА системы 6ТВ-205/11, $L_4 = 199,92$ мм;

m_{1i} - масса гирь, установленных на П1, кг;

m_{2i} - масса гирь, установленных на П2, кг;

m_{3i} - масса гирь, установленных на П3, кг;

m_{4i} - масса гирь, установленных на П4, кг;

m_{13i} - масса гирь, установленных на П13, кг;

m_{14i} - масса гирь, установленных на П14, кг;

m_{15i} - масса гирь, установленных на П15, кг;

m_{16i} - масса гирь, установленных на П16, кг.

г) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения средние показания системы на данной ступени по измерительному каналу $M_{ХВ}$ по формуле

$$\overline{M_{Xi}} = \frac{\sum_{j=1}^N M_{Xij}}{N}, \quad (18)$$

где N - количество измерений на данной ступени, $N = 3$;

j - номер измерения на данной ступени;

M_{Xij} - показания системы на i -той ступени j -той серии нагружения по измерительному каналу $M_{ХВ}$, Н·м;

$\overline{M_{Xi}}$ - среднее значение показаний системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу $M_{ХВ}$, Н·м.

д) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения значения абсолютной погрешности измерений крутящего момента силы относительно оси X по формуле

$$\Delta_{MXi} = \overline{M_{Xi}} - M_{Xирасч.}, \quad (19)$$

где Δ_{MXi} - абсолютная погрешность системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу $M_{ХВ}$, Н·м;

$M_{Xирасч.}$ - расчетное значение крутящего момента силы, прилагаемого к имитатору модели ЛА относительно оси X на i -той ступени нагружения при воздействии наложенных гирь, Н·м.

е) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения значения погрешности измерений крутящего момента силы относительно оси X, приведенной к диапазону измерений, по формуле

$$\gamma_{MXi(прив.)} = \frac{\Delta_{MXi}}{M_{Xmax}} \cdot 100, \quad (20)$$

где $\gamma_{MXi(прив.)}$ - приведенное к диапазону измерений значение погрешности системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу $M_{ХВ}$, %;

M_{Xmax} - диапазон измерений крутящего момента силы по измерительному каналу $M_{ХВ}$ ($M_{Xmax}=70$ Н·м), Н·м.

ж) Результаты измерений и расчетов заносят в таблицу 7.

Таблица 7 - Расчет погрешностей измерений по измерительному каналу $M_{ХВ}$

№ п/п	Масса устанавливаемых гирь, кг									$M_{Xирасч.}$ Н·м	Показания системы 6ТВ-205, Н·м				Δ_{MXi} , Н·м	$\gamma_{MXi(прив.)}$, %
	П1	П2	П3	П4	П13	П14	П15	П16	Сумма		M_{Xi1}	M_{Xi2}	M_{Xi3}	$\overline{M_{Xi}}$		
1	--	--	--	--	--	--	--	--	0	0						
2	1,5	1,5	--	--	--	--	1,5	1,5	6,0	5,89						
3	3,0	3,0	--	--	--	--	3,0	3,0	12,0	11,77						
4	4,5	4,5	--	--	--	--	4,5	4,5	18,0	17,66						
5	6,0	6,0	--	--	--	--	6,0	6,0	24,0	23,55						
6	7,5	7,5	--	--	--	--	7,5	7,5	30,0	29,43						
Снять все наложенные гири, обнулить показания системы																
7	--	--	--	--	--	--	--	--	0	0						
8	--	--	1,5	1,5	1,5	1,5	--	--	6,0	-5,89						
9	--	--	3,0	3,0	3,0	3,0	--	--	12,0	-11,77						
10	--	--	4,5	4,5	4,5	4,5	--	--	18,0	-17,66						
11	--	--	6,0	6,0	6,0	6,0	--	--	24,0	-23,55						
12	--	--	7,5	7,5	7,5	7,5	--	--	30,0	-29,43						

з) Результаты считаются положительными, если приведенные к диапазону измерений значения погрешности системы по измерительному каналу $M_{ХВ}$ находятся в пределах $\pm 0,2$ %.

8.3.2.6 Измерительный канал M_{YB} (крутящий момент силы относительно оси Y)

а) Убеждаются в отсутствии гирь на грузоприемных платформах П1...П16, обнуляют показания системы по измерительным каналам.

б) Проводят три серии нагружений, устанавливая эталонные гири на грузоприемные платформы П5...П8 в соответствии с таблицей 7, при каждой установке считывают показания системы по измерительному каналу M_{YB} .

в) Рассчитывают для каждой i -той ($i=1...5$) ступени каждой j -той ($j=1...3$) серии нагружения действительные значения крутящего момента силы, прилагаемого к имитатору модели относительно оси Y при воздействии наложенных гирь, по формуле

$$M_{Yij} = \frac{L_2}{2} \cdot g \cdot [(m_{5i} - m_{8i}) + (m_{7i} - m_{6i})], \quad (21)$$

где M_{Yij} - крутящий момент силы, действующий на имитатор модели ЛА относительно оси Y на i -той ступени j -той серии нагружения, Н·м;

L_2 - база L_2 имитатора модели ЛА системы 6ТВ-205/11, $L_2 = 269,10$ мм;

m_{5i} - масса гирь, установленных на П5, кг;

m_{6i} - масса гирь, установленных на П6, кг;

m_{7i} - масса гирь, установленных на П7, кг;

m_{8i} - масса гирь, установленных на П8, кг.

г) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения средние показания системы на данной ступени по измерительному каналу M_{YB} по формуле

$$\overline{M_{Yi}} = \frac{\sum_{j=1}^N M_{Yij}}{N}, \quad (22)$$

где N - количество измерений на данной ступени, $N = 3$;

j - номер измерения на данной ступени;

M_{Yij} - показания системы на i -той ступени j -той серии нагружения по измерительному каналу M_{YB} , Н·м;

$\overline{M_{Yi}}$ - среднее значение показаний системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу M_{YB} , Н·м.

д) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения значения абсолютной погрешности измерений крутящего момента силы относительно оси Y по формуле

$$\Delta_{MYi} = \overline{M_{Yi}} - M_{Yi\text{расч.}}, \quad (23)$$

где Δ_{MYi} - абсолютная погрешность системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу M_{YB} , Н·м;

$M_{Yi\text{расч.}}$ - расчетное значение крутящего момента силы, прилагаемого к имитатору модели ЛА относительно оси Y на i -той ступени нагружения при воздействии наложенных гирь, Н·м.

е) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения значения погрешности измерений крутящего момента силы относительно оси Y, приведенной к диапазону измерений, по формуле

$$\gamma_{MYi(\text{прив.})} = \frac{\Delta_{MYi}}{M_{Y\text{max}}} \cdot 100, \quad (24)$$

где $\gamma_{MYi(\text{прив.})}$ - приведенное к диапазону измерений значение погрешности системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу M_{YB} , %;

$M_{Y\text{max}}$ - диапазон измерений крутящего момента силы по измерительному каналу M_{YB} ($M_{Y\text{max}}=80$ Н·м), Н·м.

ж) Результаты измерений и расчетов заносят в таблицу 8.

Таблица 8 - Расчет погрешностей измерений по измерительному каналу $M_{УВ}$

№ п/п	Масса устанавливаемых гирь, кг					$M_{Урасч.},$ Н·м	Показания системы 6ТВ-205, Н·м				$\Delta M_{Уi},$ Н·м	$\gamma_{МУ(прив.)},$ %
	П5	П6	П7	П8	Сумма		$M_{У1}$	$M_{У2}$	$M_{У3}$	$\overline{M_{Уi}}$		
1	--	--	--	--	0	0						
2	3	--	3	--	6	7,92						
3	6	--	6	--	12	15,85						
4	9	--	9	--	18	23,77						
5	12	--	12	--	24	31,70						
6	15	--	15	--	30	39,62						
Снять все наложенные гири, обнулить показания системы												
7	--	--	--	--	0	0						
8	--	3	--	3	6	-7,92						
9	--	6	--	6	12	-15,85						
10	--	9	--	9	18	-23,77						
11	--	12	--	12	24	-31,70						
12	--	15	--	15	30	-39,62						

з) Результаты считаются положительными, если приведенные к диапазону измерений значения погрешности системы по измерительному каналу $M_{УВ}$ находятся в пределах $\pm 0,2\%$.

8.3.2.7 Измерительный канал $M_{ЗВ}$ (крутящий момент силы относительно оси Z)

а) Убеждаются в отсутствии гирь на грузоприемных платформах П1...П16, обнуляют показания системы по измерительным каналам.

б) Проводят три серии нагружений, устанавливая эталонные гири на грузоприемные платформы П1...П4 и П13...П16 в соответствии с таблицей 9, при каждой установке считывают показания системы по измерительному каналу $M_{ЗВ}$.

в) Рассчитывают для каждой i -той ($i=1...5$) ступени каждой j -той ($j=1...3$) серии нагружения действительные значения крутящего момента силы, прилагаемого к имитатору модели ЛА относительно оси Z при воздействии наложенных гирь, по формуле

$$M_{Zij} = \frac{L_1}{2} \cdot g \cdot [(m_{13i} - m_{1i}) + (m_{16i} - m_{4i}) + (m_{2i} - m_{14i}) + (m_{3i} - m_{15i})], \quad (25)$$

где M_{Zij} - крутящий момент силы, воздействующий на имитатор модели ЛА относительно оси Z на i -той ступени j -той серии нагружения, Н·м;

L_1 - база L_1 имитатора модели ЛА системы 6ТВ-205/11, $L_1 = 300,06$ мм;

m_{1i} - масса гирь, установленных на П1, кг;

m_{2i} - масса гирь, установленных на П2, кг;

m_{3i} - масса гирь, установленных на П3, кг;

m_{4i} - масса гирь, установленных на П4, кг;

m_{13i} - масса гирь, установленных на П13, кг;

m_{14i} - масса гирь, установленных на П14, кг;

m_{15i} - масса гирь, установленных на П15, кг;

m_{16i} - масса гирь, установленных на П16, кг.

г) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения средние показания системы на данной ступени по измерительному каналу $M_{ЗВ}$ по формуле

$$\overline{M_{Zi}} = \frac{\sum_{j=1}^N M_{Zij}}{N}, \quad (26)$$

где N - количество измерений на данной ступени, $N = 3$;

j - номер измерения на данной ступени;

M_{Zij} - показания системы на i -той ступени j -той серии нагружения по измерительному каналу $M_{ЗВ}$, Н·м;

$\overline{M_{Zi}}$ - среднее значение показаний системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу $M_{ЗВ}$, Н·м.

д) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения значения абсолютной погрешности измерений крутящего момента силы относительно оси Z по формуле

$$\Delta_{M_{Zi}} = \overline{M_{Zi}} - M_{Zi\text{расч.}}, \quad (27)$$

где $\Delta_{M_{Zi}}$ - абсолютная погрешность системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу M_{ZB} , Н·м;

$M_{Zi\text{расч.}}$ - расчетное значение крутящего момента силы, прилагаемого к имитатору модели ЛА относительно оси Z на i -той ступени нагружения при воздействии наложенных гирь, Н·м.

е) Рассчитывают для каждой i -той ступени нагружения значения погрешности измерений крутящего момента силы относительно оси Z , приведенной к диапазону измерений, по формуле

$$\gamma_{M_{Zi}(\text{прив.})} = \frac{\Delta_{M_{Zi}}}{M_{Z\text{max}}} \cdot 100, \quad (28)$$

где $\gamma_{M_{Zi}(\text{прив.})}$ - приведенное к диапазону измерений значение погрешности системы на i -той ступени нагружения по измерительному каналу M_{ZB} , %;

$M_{Z\text{max}}$ - диапазон измерений крутящего момента силы по измерительному каналу M_{ZB} ($M_{Z\text{max}}=300$ Н·м), Н·м.

ж) Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 10.

з) Результаты считаются положительными, если приведенные к диапазону измерений значения погрешности системы по измерительному каналу M_{ZB} находятся в пределах $\pm 0,1$ %.

Таблица 10 - Расчет погрешностей измерений по измерительному каналу M_{ZB}

№ п/п	Масса устанавливаемых гирь, кг									$M_{Z\text{расч.}}$ Н·м	Показания системы 6ТВ-205, Н·м				$\Delta_{M_{Zi}}$, Н·м	$\gamma_{M_{Zi}(\text{прив.})}$, %
	П1	П2	П3	П4	П13	П14	П15	П16	Сумма		M_{Zi1}	M_{Zi2}	M_{Zi3}	$\overline{M_{Zi}}$		
1	--	--	--	--	--	--	--	--	0	0						
2	--	5	5	--	5	--	--	5	20	29,45						
3	--	10	10	--	10	--	--	10	40	58,90						
4	--	15	15	--	15	--	--	15	60	88,35						
5	--	20	20	--	20	--	--	20	80	117,80						
6	--	25	25	--	25	--	--	25	100	147,25						
Снять все наложенные гири, обнулить показания системы																
7	--	--	--	--	--	--	--	--	0	0						
8	5	--	--	5	--	5	5	--	20	-29,45						
9	10	--	--	10	--	10	10	--	40	-58,90						
10	15	--	--	15	--	15	15	--	60	-88,35						
11	20	--	--	20	--	20	20	--	80	-117,80						
12	25	--	--	25	--	25	25	--	100	-147,25						

8.3.2.8 Результат поверки системы 6ТВ-205 считается положительным, если значения приведенных к диапазону измерений погрешностей измерительных каналов (X_B , Y_B , Z_B , M_{XB} , M_{YB} , M_{ZB}) находятся в пределах допускаемых значений.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Нагружения по каждому измерительному каналу оформляют отдельным протоколом, в котором отражаются значения массы гирь, установленных на грузоприемные платформы, расчетные значения параметров, соответствующие приложенным нагрузкам, результаты измерений по соответствующим измерительным каналам, действительные значения отклонений показаний от расчетных значений и значения приведенных к диапазону измерений погрешностей.

9.2 По результатам нагружений измерительных каналов оформляют сводный протокол. В сводном протоколе указывают диапазоны полученных значений, приведенные к диапазону измерений максимальные значения погрешностей показаний системы от действительного значения параметра по каждому измерительному каналу.

9.3 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 и делают отметку в разделе 8 паспорта системы 6ТВ-205/11.

9.4 В случае отрицательных результатов поверки систему 6ТВ-205/11 признают непригодной к применению, выдают извещение о непригодности с указанием причин.

Заведующий лабораторией 233

Зам. заведующего лабораторией 233



Ю.Р. Шимолин

Л.А. Трибушевская