ПРОЕКТ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Филиал акционерного общества  «Корпорация космических систем специального назначения «Комета» - «Научно-проектный Центр оптоэлектронных комплексов наблюдения»  (Филиал АО «Корпорация «Комета» - «НПЦ ОЭКН») | | |
|  |  |  |

**Методика (метод) измерений**

**НЕКОМПЕНСИРОВАННЫЙ ВОЗМУЩАЮЩИЙ МОМЕНТ НА ОСНОВАНИЕ**

**Методика измерения некомпенсированного возмущающего момента методом сравнения с тестовым моментом силы**

|  |  |
| --- | --- |
| **Аттестована**  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  Наименование организации,  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  осуществляющей аттестацию методики | **Регистрационный номер в информационном фонде по обеспечению единства измерений** |

Санкт-Петербург,

2024 г.

СВЕДЕНИЯ О РАЗРАБОТКЕ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| РАЗРАБОТАНА | Филиал АО «Корпорация «Комета» - «НПЦ ОЭКН» | |
| наименование заказчика или инициатора разработки | |
| ИСПОЛНИТЕЛЬ | Филиал АО «Корпорация «Комета» - «НПЦ ОЭКН» | |
| полное наименование организации-разработчика | |
| 194021, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Шателена, д. 7,тел/факс +7 (812) 331-60-00 | | |
| почтовый адрес организации разработчика | | |
| Руководитель организации-разработчика | | Погребский Николай Аркадьевич |
|  | | Фамилия, Имя, Отчество |

СВЕДЕНИЯ ОБ АТТЕСТАЦИИ

|  |  |
| --- | --- |
| АТТЕСТОВАНА: | «Научно-производственное объединение «Техномаш» |
| полное наименование юридического лица или индивидуального предпринимателя, аттестовавшего методику (метод) измерений | |

Номер и дата выдачи аттестата аккредитации юридического лица или индивидуального предпринимателя, аттестовавшего методику (метод) измерений № РОСС RU.0001.310066 04.10.2012

Свидетельство об аттестации методики измерений №030-500-/2024-61 30.07.2024

номер свидетельства и дата его оформления

127018, Москва, 3-й проезд Марьиной Рощи, д. 40, тел/факс +7(495)689-50-66

почтовый адрес юридического лица или индивидуального   
предпринимателя, аттестовавшего методику (метод) измерений

Руководитель юридического лица или индивидуального предпринимателя, аттестовавшего методику (метод) измерений Власов Юрий Виниаминович

Фамилия, Имя, Отчество

СВЕДЕНИЯ О РЕГИСТРАЦИИ

Регистрационный код методики измерений по Федеральному реестру  
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

СВЕДЕНИЯ О РАЗРАБОТКЕ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| РАЗРАБОТАНА | Филиал АО «Корпорация «Комета» - «НПЦ ОЭКН» | |
| наименование заказчика или инициатора разработки | |
| ИСПОЛНИТЕЛЬ | Филиал АО «Корпорация «Комета» - «НПЦ ОЭКН» | |
| полное наименование организации-разработчика | |
| 194021, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Шателена, д. 7,тел/факс +7 (812) 331-60-00 | | |
| почтовый адрес организации разработчика | | |
| Руководитель организации-разработчика | | Погребский Николай Аркадьевич |
|  | | Фамилия, Имя, Отчество |

**Предисловие**

**Сведения о методике (методе) измерений**

1 Разработана филиалом акционерного общества «Корпорация космических систем специального назначения «Комета» - «Научно-проектный Центр оптоэлектронных комплексов наблюдения» (Филиал АО «Корпорация. «Комета» - «НПЦ ОЭКН»).194021, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Шателена, д. 7, E-mail: kometa@eoss.ru, lab4@eoss.ru

2 Аттестована \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3 Утверждена \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4 Введена впервые

**Содержание**

[1 Область применения 1](#_Toc156231114)

[2 Нормативные ссылки 1](#_Toc156231115)

[3 Термины, определения, обозначения и сокращения 2](#_Toc156231116)

[4 Требования к показателям точности измерений 3](#_Toc156231117)

[5 Требования к средствам измерений и вспомогательным устройствам 4](#_Toc156231118)

[6 Метод измерений 5](#_Toc156231119)

[7 Требования безопасности, охраны окружающей среды 9](#_Toc156231120)

[8 Требования к квалификации операторов 9](#_Toc156231121)

[9 Условия проведения измерений 10](#_Toc156231122)

[10 Подготовка к выполнению измерений 10](#_Toc156231123)

[11 Выполнение измерений 10](#_Toc156231124)

[11.1 Определение тестового момента 11](#_Toc156231125)

[11.2 Определение некомпенсированного возмущающего момента 12](#_Toc156231126)

[12 Обработка результатов измерений 14](#_Toc156231127)

[13 Требования к оформлению результатов измерений 14](#_Toc156231128)

[Приложение А (обязательное) Схема подключения измерительного стенда 15](#_Toc156231129)

[Приложение Б (обязательное) Типовая форма протокола измерений 16](#_Toc156231130)

[Приложение В (справочное) Измерение момента инерции тестового маховика 17](#_Toc156231131)

Введение

Настоящий документ - «Некомпенсированный возмущающий момент на основание. Методика измерения некомпенсированного возмущающего момента методом сравнения с тестовым моментом силы» устанавливает методику измерений некомпенсированного возмущающего момента в диапазоне от 1∙10-3 Н∙м до 1 Н∙м.

Настоящая методика распространяется на измерения некомпенсированных возмущающих моментов, проводимых на технологическом стенде проверки основных параметров прецизионной зеркальной сканирующей оптико-механической системы (ПЗС ОМС) и устройстве относительного измерения остаточного момента ВЕИР.304319.701, созданных филиалом АО «Корпорация «Комета» - «НПЦ ОЭКН», и других устройствах, реализующих подобный метод.

**Некомпенсированный возмущающий момент на основаниЕ  
Методика измерения некомпенсированного возмущающего момента методом сравнения с тестовым моментом силы**

1. Область применения

Настоящий документ, регламентирующий методику измерений, устанавливает требования к содержанию и выполнению работ при измерении некомпенсированного момента, действующего на основание прецизионных зеркальных сканирующих оптико-механических систем (ПЗС ОМС) при поворотах относительно космического аппарата.

Методика применяется для измерений на технологическом стенде проверки основных параметров ПЗС ОМС ВЕИР.469999.722 и может применяться для измерений на устройстве относительного измерения остаточного момента ВЕИР.304319.701 и на других устройствах, реализующих подобный метод.

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике измерений использованы ссылки на следующие документы по стандартизации:

ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением № 1)»;

ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»;

ГОСТ Р 52776-2007 (МЭК 60034-1-2004) Машины электрические вращающиеся. Номинальные данные и характеристики

При пользовании настоящим документом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (и классификаторов) на территории Российской Федерации по соответствующему указателю стандартов (и классификаторов), составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим документом, следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

При описании настоящей методики измерений применены термины по ГОСТ Р 52776-2007, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **момент инерции *J*:** Интегральная сумма произведений массы отдельных частей тела на квадраты расстояний (радиусов) их центров тяжести от заданной оси.

3.2 **вращающий момент силы *M*:** мера внешнего воздействия, изменяющая угловую скорость вращающегося тела, равная произведению углового ускорения на момент инерции.

3.3 **угловое ускорение ε**: физическая величина, равная первой производной от угловой скорости по времени.

При описании настоящей методики измерений применены следующие сокращения:

ВОГ - волоконно-оптический гироскоп;

ГОСТ – государственный стандарт;

ГОСТ Р – национальный стандарт Российской Федерации;

ПЗС ОМС - прецизионная зеркальная сканирующая оптико-механическая система;

СИ – средство измерения;

ТД – техническая документация;

УИНВМ – устройство измерения некомпенсированных возмущающих моментов.

ФИФ ОЕИ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Таблица 1 – Обозначения используемых величин

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование величины | Условное обозначение | Единицы измерения |
| Момент инерции | *J* | кг∙м2 |
| Плотность |  | кг/м3 |
| Объём | *V* | м3 |
| Масса | *m* | кг |
| Угловое перемещение |  | рад |
| Угловая скорость |  | рад/c |
| Угловое ускорение |  | рад/c2 |
| Момент | *М* |  |

4 Требования к показателям точности измерений

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений некомпенсированных возмущающих моментов силы, действующих на основание ПЗС ОМС не превышают ±1∙10-4 Н∙м.

5 Требования к средствам измерений и вспомогательным устройствам

При выполнении измерений применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений и вспомогательное оборудование, применяемые при выполнении измерений

| Наименование | Метрологические и технические характеристики | Наименование измеряемой величины |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Основные средства измерений | | |
| Барометр-анероид метеорологический БАММ-1  Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 5738-76) | Диапазон измерений давлений:  от 80 до 106 кПа (от 600 до 800 мм рт. ст.);  Пределы допускаемой основной погрешности после введения поправок из паспорта: ± 0,2 кПа (± 1,5 мм рт. ст.). | Атмосферное  давление |
| Психрометр аспирационный МВ-4-2М  (№ ФИФ ОЕИ10069-11) | Диапазон измерения температуры:  от минус 25 до 50 ºС;  Пределы допускаемой погрешности измерений температуры: не более ± 0,1 °С;  Диапазон измерений относительной влажности: от 10 до 100 %. | Относительная влажность воздуха, температура |
| Преобразователь угловых перемещений ЛИР-ДА190К  (№ ФИФ ОЕИ80050-20) | Диапазон измерений от 0 до 360°;  Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений: ±10” | Угол разворота |
| Осциллограф TDS1012B  (№ ФИФ ОЕИ 32618-06) | Диапазон установки коэффициентов отклонения 10 мВ/дел –5 В/дел.  Погрешность установки коэффициентов отклонения: ± 3 %.  Диапазон коэффициента развертки  5 нс/дел - 50 с/дел.  Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных интервалов, с  ± (Кр/250 + 50·10-6·Тизм + 0,6 нс), где  Кр - коэффициент развертки, Тизм - измеряемый временной интервал в с. | Временные интервалы |
| Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 (№ ФИФ ОЕИ 81768-21) | Диапазон измерения от 0 до 125 мм;  Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства 0.01 мм;  Пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,03 мм. | Геометрические размеры маховика |
| Весы электронные  EK-12Ki  (№ ФИФ ОЕИ25312-03) | Наибольший предел взвешивания 12 кг;  наименьший предел взвешивания 20 г;  предел допускаемой погрешности ±3 г | Масса маховика |
| Вспомогательное оборудование | | |
| Волоконно-оптический гироскоп ОИУС-1000 | Диапазон измеряемой угловой скорости:  ±550 °/с  Случайная составляющая нулевого сигнала при постоянной температуре при осреднении 100 секунд, не более   0,01 °/ч  Случайная составляющая нулевого сигнала в диапазоне рабочих температур при скорости изменения температуры  0,4 °С/мин не более 0,1 °/ч  Погрешность измерения угловой скорости не более 0,01 % | Угловая скорость в относительных единицах |

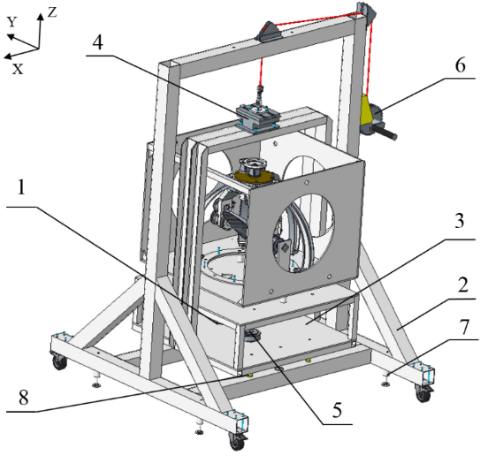
Примечание - Допускается применение других средств измерений, вспомогательных устройств c метрологическими и техническими характеристиками не хуже приведенных выше.

Все применяемые основные средства измерений должны быть утвержденных типов и поверены.

6 Метод измерений

Измерение некомпенсированных возмущающих моментов силы выполняют методом косвенных измерений с помощью тестового момента, генерируемого тестовым маховиком. Некомпенсированный возмущающий момент силы возникает при вращении подвижной части ПЗС ОМС (далее «изделие»). Двигатель из состава изделия прикладывает момент к подвижной части изделия и, в соответствии с третьим законом Ньютона, возникает равный по модулю, но противоположный по знаку момент силы, приложенный к основанию изделия.

Измерение некомпенсированных возмущающих моментов силы, действующих на основание ПЗС ОМС проводят на устройстве измерения некомпенсированных возмущающих моментов (УИНВМ) технологического стенда проверки основных параметров ПЗС ОМС ВЕИР.469999.722  
(рисунок 1) или устройстве относительного измерения остаточного момента ВЕИР.304319.701 (рисунок 2).Стенды имеют различия в конструкции, т.к. разрабатывались под изделия различных габаритов. Указанные стенды имеют одинаковый принцип действия.



1 – тестовый маховик; 2 – платформа; 3 – измерительная платформа с изделиедержателем; 4 – зацеп настраиваемый; 5 – волоконно-оптический гироскоп (ВОГ); 6 – лебедка ручная; 7 – опоры-домкраты; 8 – конус.

Рисунок 1 – Устройство измерения некомпенсированных возмущающих моментов (УИНВМ) ПЗС ОМС технологического стенда проверки основных параметров ПЗС ОМС

|  |  |
| --- | --- |
|  | uzel_os_1 |

Рисунок 2 - Устройство относительного измерения остаточного момента ВЕИР.304319.701

Тестовое воздействие осуществляется следующим способом: при подаче от блока управления стендом (см. приложение А) напряжения на моментный двигатель тестового маховика (конструкция тестовых маховиков стендов идентична) двигатель начинает вращать тестовый маховик с заданной угловой скоростью. Система управления скоростью вращения двигателя меняет её по трапецеидальному закону таким образом, чтобы на этапе разгона двигателя ускорение составляло 18,58 рад/c2. При таком ускорении создаваемый момент силы на основание от тестового маховика равен 0,005 Н∙м, что в 2 раза меньше требуемой чувствительности стенда. Двигатель прикладывает момент к тестовому маховику и, соответственно, по третьему закону Ньютона, прикладывает равный по значению и противоположный по знаку момент на основание. Реактивный момент силы двигателя воздействует на измерительную платформу с изделиедержателем (поз.3, рисунок 1) или кантователем (рисунок 2) с установленным на нём изделием. Под действием реактивного момента силы измерительная платформа с изделиедержателем (кантователь) совершает гармонические угловые колебания вокруг оси чувствительности стенда (ось Z по рисунку 1, совпадающая со «струной» вертикального отвеса стенда). Скорость угловых колебаний изделиедержателя регистрируется ВОГ (поз.5, рисунок 1 или блок гироскопа на рисунке 2). Выходной сигнал ВОГ подвергают численному дифференцированию для получения информации об угловом ускорении изделиедержателя с изделием. Эта информация используется для расчёта момента инерции изделиедержателя с установленным на нём изделием *J*с. После завершения этих действий привод тестового маховика выключают.

Включают систему управления приводом из состава изделия и перемещают подвижную часть изделия на максимальный угол поворота вокруг оси чувствительности стенда. При перемещении подвижной части изделия, двигатель из состава изделия прикладывает момент к подвижной части изделия и противоположный по знаку момент к основанию изделия, под действием которого изделиедержатель или кантователь начинают совершать колебательные движения вокруг оси чувствительности стенда. Скорость этих колебаний регистрируется ВОГ. Показания ВОГ дифференцируются и умножаются на полученное выше значение момента инерции *Jс* в результате чего определяют значение некомпенсированного момента силы (Н∙м) на основание при перемещении подвижной части изделия вокруг оси чувствительности стенда.

Перед проведением измерений необходимо проверить точность гироскопа, путем измерения угловой скорости Земли. Необходимо установить гироскоп на неподвижно основание и регистрировать показания измеренной скорости. Угловая скорость вращения Земли составляет 15 угл.сек/c. Гироскоп измеряет проекцию этой скорости в зависимости от широты, на которой расположен. Угловая скорость определяется по следующей формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

Где – угловая скорость, в зависимости от широты места,

– угловая скорость Земли,

широта места.

Гироскоп считать пригодным к использованию, если относительная погрешность его измерения скорости земли составляет не более 0,3 %.

7 Требования безопасности, охраны окружающей среды

При проведении измерений характеристик качества и оптотехнических характеристик объективов соблюдают следующие требования:

‒ [Федеральный закон о специальной оценке условий труда 426-ФЗ](http://xn----8sbaav4azajlcegje1cxh.xn--p1ai/wp-content/uploads/2017/01/426-%D0%A4%D0%97-%D0%9E-%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%86%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B9-%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%B5-%D1%83%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9-%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0-2016.pdf);

‒ ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;

‒ ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением № 1);

‒ При проведении измерений необходимо соблюдать установленные правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ), утверждённые приказом Минтруда РФ от 24.07.2013 № 328н.

8 Требования к квалификации операторов

К проведению измерений на технологическом стенде проверки основных параметров ПЗС ОМС ВЕИР.469999.722 или устройстве относительного измерения остаточного момента ВЕИР.304319.701 и обработке их результатов допускаются лица:

* имеющие высшее или среднее специальное техническое образование, прошедшие соответствующую профессиональную подготовку;
* достигшие 18-летнего возраста;
* прошедшие инструктаж по охране труда и получившие допуск для работы с электроизмерительными приборами и электроустановками;
* изучившие настоящую методику измерений и эксплуатационную документацию на применяемые СИ и вспомогательное оборудование.

9 Условия проведения измерений

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

− температура - от плюс 15 до плюс 35 °С;

− относительная влажность воздуха – от 45 до 80 %;

− атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

Условия измерений должны соответствовать требованиям, указанным в эксплуатационной документации на используемое оборудование и средства измерений.

10 Подготовка к выполнению измерений

При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

10.1 Устанавливают и жестко закрепляют изделие на фланец изделиедержателя (кантователя).

10.2 Подключают аппаратуру в соответствии с приложением А, а также руководством по эксплуатации на технологический стенд проверки основных параметров ПЗС ОМС ВЕИР.468999.722 РЭ.

10.3 Включают аппаратуру, не менее чем за 30 мин до начала испытаний.

10.4 Подготавливают средства измерений в соответствии с эксплуатационной документацией.

11 Выполнение измерений

При выполнении измерений некомпенсированного возмущающего момента выполняют следующие операции:

* 1. Определение тестового момента

11.1.1 Измеряют момент инерции тестового маховика ***Jм***. Методика измерений момента инерции тестового маховика представлена в приложении В. Измерение выполняется один раз, при сборке стенда.

11.1.2 Задают тестовое воздействие путем подачи напряжения от системы управления (из состава технологического стенда) на двигатель, вращающий тестовый маховик.

* + 1. В процессе разгона тестового маховика сигнал с преобразователя перемещений ЛИР-ДА190К поступает на осциллограф каждый раз при повороте маховика на угол 2π радиан. Устанавливают на осциллографе значение коэффициента отклонения 2 В/дел, значение коэффициента развертки 200 мкс/дел. С помощью осциллографа фиксируют время между импульсами преобразователя (Рис 3). Измеренные значения первых 5 интервалов времени с момента подачи напряжения на двигатель тестового маховика записывают в рабочую тетрадь.
    2. Рассчитывают угловую скорость ω вращения маховика как отношение угла поворота маховика и связанного с ним ротора преобразователя угловых перемещений на угол к интервалу времени между двумя последовательными импульсами *ti*+1-t*i* , измеренному по осциллограмме (рис.3) в секундах:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

где = 1…5 – номер импульса.

11.1.5 Рассчитывают угловое ускорение εм тестового маховика, как отношение приращения угловой скорости тестового маховика к интервалу времени разгона (временем между первой после начала движения и пятой метками):

|  |  |
| --- | --- |
| εм = (ω5 – ω1)/(*t*5 – *t*1), | (2) |

где – скорость в начальный момент времени *t1*;

- скорость при окончании разгона тестового маховика *t5*.

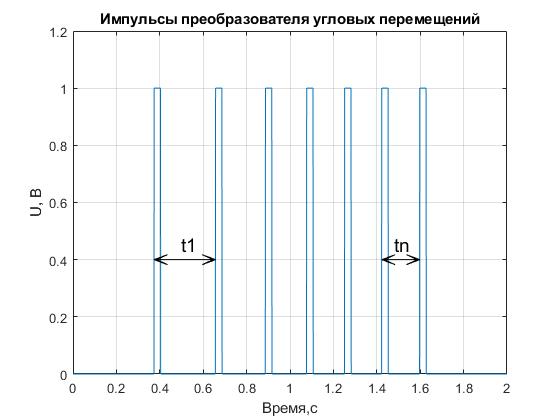


Рисунок 3 –Осциллограмма сигнала преобразователя угловых перемещений

* + 1. Определяют тестовый момент силы тестового маховика:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

где *J*м– момент инерции маховика.

* 1. Определение момента инерции изделиедержателя с изделием

11.2.1 Задают 10 тестовых воздействий момента силы тестового маховика на изделиедержатель с изделием. Под воздействием тестового момента силы изделиедержатель с изделием начнет совершать гармонические колебания. В течении периода колебаний изделиедержателя с изделием его текущая угловая скоростьв 400 точках регистрируется ВОГ (частота выходного сигнала ВОГ составляет 100 Гц). Находят массив   
 при *i =*1...400усредненных значений угловой скорости колебаний изделиедержателя с изделием по 10-ти периодам тестового воздействия. При этом *i-*ый элемент массива находят по следующей формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

где – массив результатов измерений угловой скорости колебаний; *j* = 1…10 - номер периода тестового воздействия на изделиедержатель с изделием измеренных ВОГ в 400 точках за *j-*ый период тестового воздействия. Элементы массивов суммируются в формуле (4) в соответствии с одинаковыми номерами элементов массивов.

11.2.3 Находят ускорение колебаний изделиедержателя (кантователя) с изделием

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

гдеускорения изделиедержателя (кантователя) с изделием в *i -* ый момент времени;

усредненная скорость колебаний изделиедержателя (кантователя) с изделием в *i* - ый момент времени;

между показаниями ВОГ.

*Примечание*: один импульс преобразователя угловых перемещений соответствует повороту тестового маховика на угол 2 радиан; частота сигнала ВОГ = 100 Гц.

* + 1. Находят среднее ускорение изделиедержателя с изделием на равноускоренном участке движения по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

где *n* – количество измерений ускорения на равноускоренном участке.

Значение *n* выбирают в интервале *n* = 90…120.

11.2.5 Момент инерции изделиедержателя с изделием определяют по следующей формуле:

(7)

11.3 Измерение некомпенсированного остаточного момента

11.3.1 Включают привод подвижной части изделия и выполняют перемещение подвижной части изделия на максимальный угол поворота вокруг оси чувствительности стенда.

11.3.2 Регистрируют значение угловой скорости изделиедержателя (кантователя) с изделием по показаниям ВОГ в соответствии с п. 11.2.1.

11.3.3 Показания ВОГ, полученные в п. 11.3.2, усредняются по 10 измерениям по формуле (4) и дифференцируются по формуле (5).

12 Обработка результатов измерений

Обработку результатов измерений некомпенсированного возмущающего момента выполняют следующим способом:

12.1 Некомпенсированный остаточный момент *M*О определяют по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

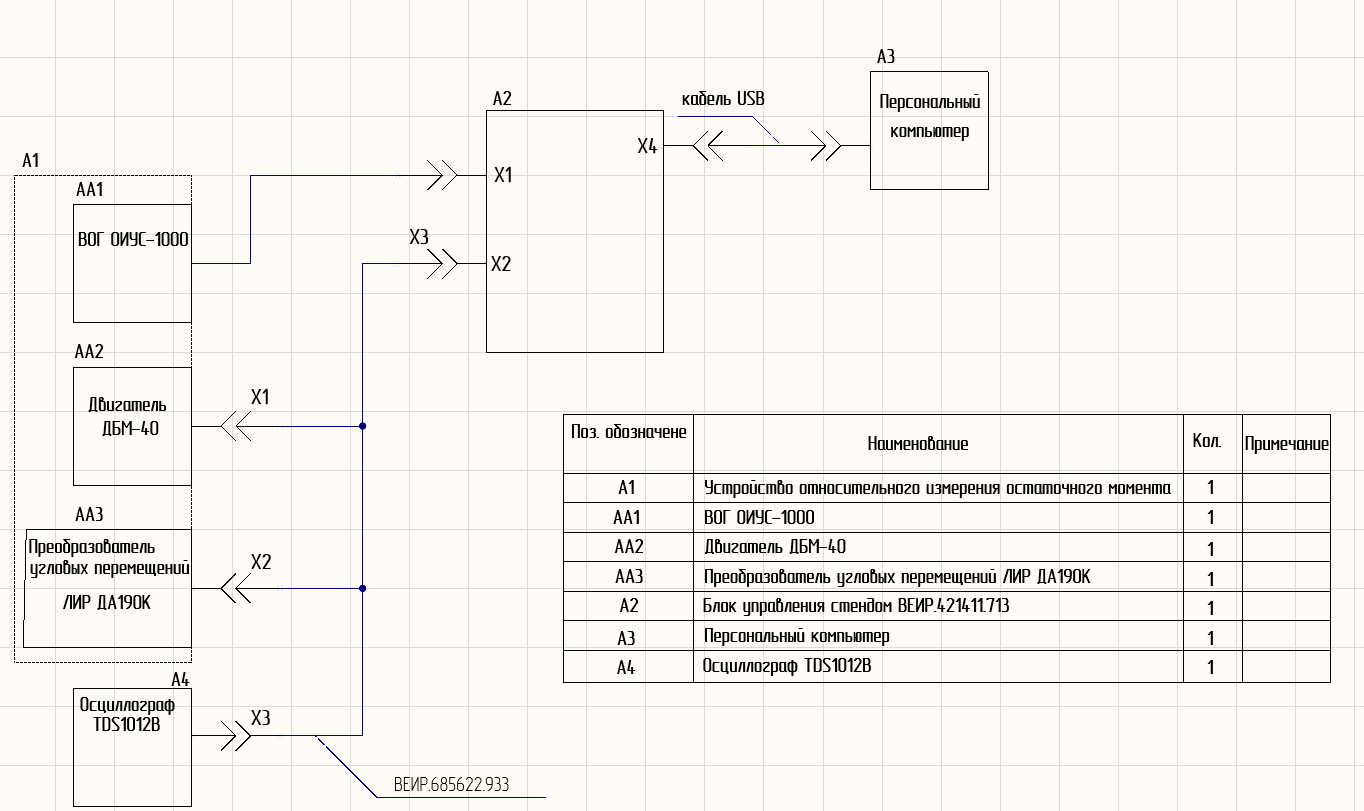
где – ускорение колебаний изделиедержателя (кантователя) с изделием при вращении подвижных частей изделия определённое в соответствии с п. 11.3.3.

12.2 Определяют максимальное положительное и отрицательное значения некомпенсируемого возмущающего момента по формуле (8). Из этих двух значений находят максимальное по модулю значение. Полученное значение заносят в протокол измерений.

13 Требования к оформлению результатов измерений

Результаты измерений оформляют в виде протокола, типовая форма которого приведена в приложении Б.

Приложение А (обязательное)  
Схема подключения измерительного стенда

****

**Приложение Б (обязательное)**Типовая форма протокола измерений

**ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ №\_\_от** \_\_\_\_\_\_\_\_\_

1 Объект измерений \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_зав.№\_\_\_\_\_\_

2 Условия проведения измерений: атмосферное давление\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

относительная влажность\_\_\_\_\_\_\_\_температура воздуха\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3 Средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4 Методика измерений\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5 Результаты измерений:

|  |  |
| --- | --- |
| Ускорение изделиедержателя (кантователя) при тестовом воздействии, ″/c2 | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| Ускорения изделиедержателя (кантователя) при перемещении подвижной части ПЗС ОМС, ″/c2 | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| Наибольший некомпенсированный момент момент, Н∙м | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

Измерения провел(и):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| должность |  | подпись, дата |  | И.О. Фамилия |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| должность |  | подпись, дата |  | И.О. Фамилия |

Приложение В (справочное)  
Измерение момента инерции тестового маховика

В1. Измеряют геометрические размеры маховика D1, D2, D3, L1, L2, приведенные на рисунке 4.

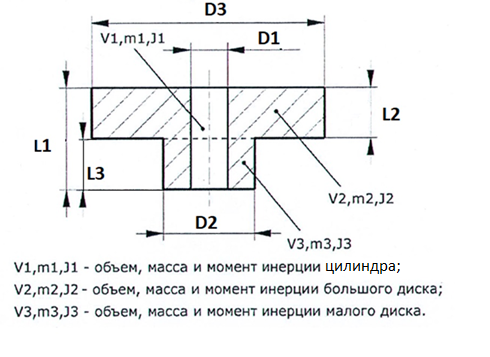


Рисунок 4 – Эскиз маховика и его составные части

Измерения выполняют с помощью штангенциркуля ШЦЦ-I-125-0,01 с погрешностью 0,03 мм.

Измеренные значения:

D1 = 11,01 мм;

D2 = 69,03 мм;

D3 = 26,98 мм;

L1 = 30,04 мм;

L2 = 15,08 мм

L3 = 14,96 мм;

В2. Измеряют массу маховика взвешиванием на весах EK-12Ki с пределом допускаемой погрешности Масса маховика составляет:   
*m*= 0,488 кг.

В3. Рассчитывают объём маховика как сумму объемов составных частей:

Объем одной составной части определяют как:

,

где

высота составной части маховика;

,

Определяют погрешность измерения объёма:

*=*

В4. Рассчитывают плотность материала маховика по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

где *m –* масса маховика;

*V* – объём.

= 7905

Находят погрешность измерения плотности

В5. Определяют массу составных частей маховика по формуле:

0.0226 кг

0.4424 кг

0.0677 кг

Определяют погрешность определения массы составных частей

В6. Определяют момент инерции составных частей маховика по формуле:

В7. Определяют момент инерции маховика как сумму инерций составных частей

Определяют погрешность измерения момента инерции составных частей маховика по формуле:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | |
|  | | | | Обозначение документа, регламентирующего методику измерений | | |
| УДК 681.51 | | | | | | |
| Ключевые слова: косвенные измерения, моментный двигатель, реактивный момент, оптическая система. | | | | | | |
| Руководитель разработки | | | | начальник отдела 4 | | |
|  | | | | должность | | |
| АО «Корпорация«Комета» − «НПЦ ОЭКН» | | | | | | |
| наименование предприятия- разработчика | | | |  |  | |
| начальник отдела 4 | | | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Д.В. Кузнецов | |
| должность | | | | личная подпись | инициалы, фамилия | |
| Главный метролог | | | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | П.М. Егоров | |
|  | | | | личная подпись | инициалы, фамилия | |
| Исполнители | | | | | | |
| Ведущий научный сотрудник | | | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Ю.П. Ларионов | |
| должность | | | | личная подпись | инициалы, фамилия | |
| Начальник экспериментального бюро | | | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | М.Б. Леонов | |
| должность | | | | личная подпись | инициалы, фамилия | |
| Инженер 2 категории | | | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | И.М. Белан | |
| должность | | | | личная подпись | инициалы, фамилия | |
|  | | | | | | |
| Утверждена | | | | | | |
|  | наименование документа об утверждении методики измерений | | | номер документа | дата принятия документа | |
| Руководитель предприятия-разработчика или заказчика | | Директор филиала  АО «Корпорация  «Комета» − «НПЦ ОЭКН» | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Н.А. Погребский | |
|  | | должность | личная подпись | | | инициалы, фамилия |
|  | |  |  | | |  |
|  | |  |  | | |  |
|  | |  |  | | |  |
|  | |  |  | | |  |
|  | |  |  | | |  |
|  | |  |  | | |  |
|  | |  |  | | |  |
|  | |  |  | | |  |
|  | |  |  | | |  |
|  | |  |  | | |  |
|  | |  |  | | |  |
|  | | | | | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_21\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | | | | | | номер страницы |