

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «03» февраля 2025 г. № 236

Регистрационный № 94524-25

Лист № 1
Всего листов 7

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система измерения усилий 4.160.4500.00

Назначение средства измерений

Система измерения усилий 4.160.4500.00 (далее – СИУ) предназначена для измерения силы тяги и боковой составляющей вектора силы тяги двигателей.

Описание средства измерений

СИУ представляет собой силоизмерительное устройство следящего статического уравнивания с отрицательной обратной связью и установлено в вакуумной камере, которая предназначена для воспроизведения условий испытаний двигателей в вакууме.

Принцип действия заключается в усилиях, развиваемом изделием, которое поворачивает коромысло подвески и жёстко связанную с ним консоль вокруг оси подвески. На консоли коромысла жёстко закреплён датчик Холла, находящийся в поле постоянного магнита датчика Холла, при движении консоли изменяется положение датчика относительно магнита датчика и, как следствие, напряжённость магнитного поля, воздействующая на этот датчик. Возникающий электрический сигнал с выхода датчика Холла поступает на усилитель СИУ, усиливается и в виде тока компенсации, проходя через шунт, подаётся в компенсационную рамку, находящуюся в поле постоянного магнита компенсатора. Возникающее при этом уравнивающее усилие противодействует усилию, развиваемому изделием, и препятствует дальнейшему повороту коромысла. В случае уменьшения или увеличения измеряемого усилия, соответственно изменяется угол поворота коромысла подвески, положение датчика относительно магнита датчика, компенсирующий ток, и компенсирующее усилие.

Конструктивно СИУ состоит из:

- неподвижная часть – подвеска СИУ, установленная в вакуумной камере, представляет собой растяжку, верхняя часть которой вертикальный подвес – труба капиллярная (верхняя опора) и нижняя часть – растяжка – проволока (нижняя опора);
- подвижная часть - горизонтально расположенное коромысло. На одном конце коромысла устанавливается пластина демпфера с компенсационной и тарировочной рамками. Рамки находятся в поле магнита компенсатора, который жёстко связан с обечайкой вакуумной камеры.

К другому концу коромысла перпендикулярно его оси в горизонтальной плоскости прикреплена консоль подвески с установленными на ней: шаговым двигателем FL57ST56-1206A, соединённым системой редукторов с валом поворотного устройства и посадочным фланцем испытываемого двигателя. На противоположном конце консоли расположены балансировочные грузы.

Рядом с местом крепления консоли к коромыслу подвески закреплён датчик перемещения. Напротив, датчика установлен магнит датчика перемещения на устройстве,

обеспечивающем перемещение магнита в трёх плоскостях. Устройство жёстко связано с дном вакуумной камеры.

Дальше на консоли закреплён кронштейн с пластиной магнитодинамического демпфера, находящегося в зазоре магнита демпфера. Магнит демпфера установлен на устройстве перемещения, что позволяет регулировать его положение в горизонтальной плоскости по двум координатам. Демпфер служит для уменьшения колебания подвеса.

Для устранения степеней свободы коромысла в плоскостях, проходящих через ось подвеса, вдоль этой оси под коромыслом закреплены стабилизирующие балансировочные грузы, соединённые с дном вакуумной камеры струнной растяжкой.

В вакуумной камере установлены арретеры - механические тяги, фиксирующие положение коромысла подвески при проведении монтажных работ на подвеске.

Для проверки и оценки положения подвижной части СИУ в воздухе и при испытаниях изделий используется триангуляционный датчик типа LS5-95/30-485-V-2-24-A изготовитель ООО «Призма», жёстко закреплённый на вакуумной камере.

- усилитель СИУ 4.160.4420.00, изготовитель АО «ОКБ «Факел», предназначен для усиления электрического сигнала с выхода датчика Холла и передачи его в виде тока уравнивания, проходящего через измерительный шунт в компенсационную рамку, находящуюся в поле постоянного магнита компенсатора;

- блок переключателей диапазонов 4.160.4470.00, изготовитель АО «ОКБ «Факел», установлен в разрыв компенсационной рамки и предназначен для выбора измерительного шунта в зависимости от величины измеряемого усилия. При помощи переключателей выбирается рабочий диапазон измерения усилия. С шунта, соответствующего выбранному пределу измерения, напряжение подаётся: на мультиметр Agilent 34401A и на регистратор многоканальный технологический PMT59M;

- поворотное устройство, изготовитель АО «ОКБ «Факел», предназначена для поворота двигателя относительно своей оси с целью точного определения тяги двигателя (осевой составляющей) и угла отклонения вектора усилия;

- устройство приложения опорного значения силы с дистанционным управлением 4.160.4450.00, изготовитель АО «ОКБ «Факел», предназначено для автоматического приложения значения силы на вход СИУ в условиях открытой и закрытой вакуумной камеры;

- пульт управления устройства приложения опорного значения силы с дистанционным управлением 4.160.4460.00, изготовитель АО «ОКБ «Факел», служит для питания и управления электроприводом подачи опорного значения силы и индикации положения чаши с грузами;

- двухосевой инклинометр HCR726S-15-M48, изготовитель RION Technology, позволяет проверить качество балансировки коромысла подвески по горизонту в продольной и поперечных плоскостях;

- триангуляционный датчик LS5-95/30-485-V-2-24-A изготовитель ООО «Призма» используется для проверки и оценки положения подвижной части СИУ в воздухе и при испытаниях изделий;

- регистратор многоканальный технологический PMT 59, изготовитель ООО НПП «ЭЛЕМЕР», г. Москва, оснащён цветным жидкокристаллическим дисплеем и предназначен для отображения результатов измерений силы вектора тяги испытываемого двигателя;

- мультиметр цифровой 34401A, (регистрационный № 54848-13), изготовитель фирма «Agilent Technologies», Малайзия.

Общий вид СИУ, размещаемых в вакуумной камере, приведён на рисунке 1, электронных устройств, размещаемых вне вакуумной камеры, – на рисунке 2–3.



Рисунок 1 – Общий вид СИУ



Рисунок 2 – Технологическая стойка приборов СИУ
(1–место размещения маркировочной таблички)



Усилитель СИУ



Блок переключателей диапазонов



Поворотное устройство



Пульт управления устройства приложения опорного значения силы с дистанционным управлением



Мультиметр цифровой прецизионный 34401A



PMT 59

Рисунок 3 – Общий вид усилителя СИУ, блока переключателей диапазонов, поворотного устройства, пульта управления устройства приложения опорного значения силы с дистанционным управлением, мультиметра цифрового прецизионного 34401A и регистратора многоканального технологического PMT 59

Пломбирование СИУ не предусмотрено.

К средствам измерений данного типа относится система измерения усилий 4.160.4500.00, с заводским номером: 01.

Маркировочная табличка средства измерений выполнена в виде пластинки, крепится на технологическую стойку приборов СИУ и содержит следующие основные данные:

- торговая марка изготовителя или его полное наименование;
- обозначение типа;
- знак утверждения типа;
- заводской номер (в виде цифрового обозначения, состоящего из арабских цифр).

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

Программное обеспечение

В PMT 59 предусмотрено внутреннее и внешнее программное обеспечение (ПО).

Внутреннее ПО состоит только из встроенной в PMT 59 метрологически значимой части ПО. Внутреннее ПО является фиксированным, не загружаемым и может быть изменено только на предприятии-изготовителе.

Уровень защиты внутреннего ПО от преднамеренного и непреднамеренного доступа соответствует уровню «высокий» по рекомендации по метрологии Р 50.2.077-2014 – данное

ПО защищено от преднамеренных изменений с помощью специальных программных средств.

Внешнее ПО, предназначенное для взаимодействия РМТ 59 с компьютером, не оказывает влияния на метрологические характеристики РМТ 59. Внешнее ПО служит для конфигурирования и получения данных измерений в процессе эксплуатации РМТ. Конфигурирование включает разрешение программирования уставок, установку типа первичного преобразователя, установку нижнего и верхнего пределов диапазона преобразования входного и выходного унифицированного сигнала, возможность установки функции извлечения квадратного корня, установку количества измерений для усреднения, задание сетевого адреса и установку пароля. ПО также предусматривает возможность выдачи текстовых сообщений о состоянии РМТ и возникающих в процессе его работы ошибках и способах их устранения. Для защиты внешнего ПО и измерительной информации от изменения или удаления в случае возникновения случайных или несанкционированных воздействий установлен пароль.

Идентификационные данные программного обеспечения, отображаемые на экране РМТ 59 при его загрузке и при входе в «Главное меню», приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование программного обеспечения	ПО «РМТ config»
Идентификационное наименование ПО	Ver.4.9.0006(*)
Номер версии (идентификационный номер) ПО	9.0006(*)
Цифровой идентификатор программного обеспечения	не применяется
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения	отсутствует

* Примечание: (*) и более поздние версии.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики СИУ

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений силы тяги двигателя (вектора тяги), гс	от 0 до 5,0; от 0 до 10,0; от 0 до 20,0; от 0 до 40,0.
Пределы допускаемой приведённой к нормирующему значению (пределу) погрешности измерений силы тяги (вектора тяги) в диапазонах измерений, % от 0 до 5,0 гс от 0 до 10,0 гс от 0 до 20,0 гс от 0 до 40,0 гс	$\pm 2,5$ $\pm 2,5$ $\pm 1,6$ $\pm 1,25$
Пределы допускаемой приведённой к нормирующему значению (пределу) погрешности измерений силы тяги (вектора тяги) (с учетом калибровки и поправки на дрейф нуля) в диапазонах измерений, % от 0 до 10,0 гс от 0 до 40,0 гс	$\pm 1,0$ $\pm 0,75$

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений боковой составляющей вектора тяги, гс	от – 0,10 до 0,10 гс; от – 0,15 до 0,15 гс; от – 0,35 до 0,35 гс; от – 0,70 до 0,70 гс.
Пределы допускаемой приведённой ¹⁾ к нормирующему значению, %, при измерениях боковой составляющей вектора тяги в диапазоне измерений: от – 0,10 до 0,10 гс от – 0,15 до 0,15 гс от – 0,35 до 0,35 гс от – 0,70 до 0,70 гс	 ±16 ±16 ±16 ±16
Примечания: ¹⁾ в качестве нормирующего значения принимается разность между максимальным и минимальным значениями поддиапазона измерений	

Таблица 3 – Основные технические характеристики СИУ

Наименование характеристики	Значение
Время переходного процесса СИУ при скачкообразном возмущении, не более с	60
Мощность, потребляемая от сети усилителем СИУ, В·А, не более	20
Рабочие условия эксплуатации вторичной аппаратуры: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, %, не более - атмосферное давление, кПа Для частей СИУ, расположенных в вакуумной камере: - давление в вакуумной камере, кПа - температура окружающей среды, °С	 от + 15 до + 35 85 от 86 до 106 от $1,33 \cdot 10^{-7}$ до 106 от + 15 до + 35

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист документа 4.160.4500.00РЭ «Система измерения усилий 4.160.4500.00 Руководство по эксплуатации» и документа 4.160.4500.00ФО «Система измерения усилий 4.160.4500.00. Формуляр» типографским способом, а также на маркировочную табличку, расположенную на технологической стойке приборов СИУ.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность СИУ

Наименование	Обозначение	Количество
Система измерения усилий тип 4.160.4500.00	4.160.4500.00	1 шт.
Руководство по эксплуатации	4.160.4500.00РЭ	1 экз.
Формуляр	4.160.4500.00ФО	1 экз.
Методика поверки	—	1 экз.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 2.2 «Подготовка СИУ к использованию» и в разделе 2.3 «Использование СИУ» документа 4.160.4500.00РЭ «Система измерения усилий 4.160.4500.00. Руководство по эксплуатации».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Росстандарта от 4 июля 2022 г. № 1622 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений массы».

Правообладатель

Акционерное общество «Опытное конструкторское бюро «Факел»
(АО «ОКБ «Факел»)
ИНН 3906390669
Юридический адрес: 236003, г. Калининград, Московский пр-кт, д. 181
Телефон/факс: +7 (4012) 46-16-16
E-mail: info@fakel-russia.com
Web-сайт: www.fakel-russia.com

Изготовитель

Акционерное общество «Опытное конструкторское бюро «Факел»
(АО «ОКБ «Факел»)
ИНН 3906390669
Адрес: 236003, г. Калининград, Московский пр-кт, д. 181
Телефон/факс: +7 (4012) 46-16-16
E-mail: info@fakel-russia.com
Web-сайт: www.fakel-russia.com

Испытательный центр

Акционерное общество «Опытное конструкторское бюро «Факел»
(АО «ОКБ «Факел»)
ИНН 3906390669
Адрес: 236003, г. Калининград, Московский пр-кт, д. 181
Телефон: (4012) 46-16-16
Факс: (4012) 53-84-72
E-mail: info@fakel-russia.com
Web-сайт: www.fakel-russia.com
Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.310484.

