

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «29» апреля 2021 г. №623

Регистрационный № 81718-21

Лист № 1
Всего листов 10

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система измерительная испытательного стенда вертолетного редуктора ВР-252
«Редуктор-3»

Назначение средства измерений

Система измерительная испытательного стенда вертолетного редуктора ВР-252 «Редуктор-3» (далее - система) предназначена для измерений температуры, давления жидкости, расхода жидкости, частоты вращения, крутящего момента силы, напряжения, силы и мощности переменного электрического тока, интервалов времени, а также для регистрации и отображения результатов измерений и расчетных величин.

Описание средства измерений

Конструктивно система представляет собой два электромонтажных шкафа: шкаф №1 и шкаф №2.

В электромонтажном шкафу №1 размещены:

- 9-ти слотовое шасси с промышленным контроллером и модулями аналогового ввода/вывода измерительной платформы NI PXIe (1 шт.);
- 1-канальный блок согласования сигналов от датчика расхода с установленным модулем типа SCM5B45-02D (1 шт.);
- 8-ми канальный блок согласования сигналов от датчиков крутящего момента и частоты вращения с установленными модулями типа SCM5B45-06D и SCM5B45-04D (1 шт.);
- 10-портовый сетевой коммутатор DGS-1210-10 (1 шт.);
- источник бесперебойного питания UPS VH Series 1000 (1 шт.);
- стабилизированный источник питания EP1311-1SH13 (1 шт.);
- стабилизированный источник питания, 4-х канальный, БП14Б-Д.4-24 (1 шт.);
- клеммные блоки;
- комплект соединительных монтажных кабелей.

В электромонтажном шкафу № 2 размещены:

- 6-ти слотовое шасси с промышленным контроллером и модулями аналогового ввода/вывода измерительной платформы NI PXI (1 шт.);
- 8-ми слотовое шасси с промышленным контроллером и модулями распределенного ввода/вывода и промышленного управления линейки NI cRIO (1 шт.);
- 8-канальный блок гальванической развязки сигналов напряжения до $\pm 10\text{В}$ с установленными модулями типа SCM5B49-05D (1 шт.);
- датчик напряжения LEM CV3-500 (2 шт.);
- источник бесперебойного питания UPS VH Series 1000 (1 шт.);
- стабилизированный источник питания 6EP1333-2BA20 (1 шт.);
- стабилизированный источник питания 6EP1311-1SH13 (1 шт.);
- стабилизированный источник питания 6EP1352-1SH03 (2 шт.);
- клеммные блоки;
- комплект соединительных монтажных кабелей.

Промышленные контроллеры, установленные в электромонтажных шкафах №1 и №2, соединены со стационарным персональным компьютером, расположенным на рабочем месте опера-

тора испытаний, через 10-ти портовый сетевой коммутатор с помощью стандартных сетевых кабелей Ethernet.

Первичные измерительные преобразователи (датчики) измерительных каналов (ИК) установлены на испытательном стенде и с помощью измерительных кабелей подключены к соответствующим модулям ввода/вывода сигналов через клеммные блоки электромонтажных шкафов.

Функционально система состоит из:

- ИК температуры;
- ИК давления жидкости;
- ИК расхода жидкости;
- ИК частоты вращения;
- ИК крутящего момента силы;
- ИК напряжения, силы и мощности переменного электрического тока;
- ИК интервалов времени (таймер).

ИК температуры

В состав системы входят ИК температуры с термометрами сопротивления.

Принцип действия ИК основан на измерении падения напряжения постоянного тока на термометре, сопротивление которого изменяется в зависимости от измеряемой температуры. ИК выполнен по четырехпроводной схеме. По одной паре проводов осуществляется питание термометра стабилизированным постоянным током. Другая пара проводов подключает сигнал от термометра (напряжение постоянного тока) к входу измерительного усилителя. Выходной сигнал усилителя преобразуется аналого-цифровым преобразователем (АЦП) в цифровой код измеряемого сигнала с последующим вычислением контроллером значений измеряемого сопротивления термометра по известной градуировочной характеристике ИК. Далее измеренное сопротивление термометра преобразуется с использованием таблицы его номинальной статической характеристики (НСХ) из ГОСТ Р 8.625-2006, внесенной в память контроллера, в значение измеряемой температуры.

ИК давления жидкости

Принцип действия ИК основан на преобразовании давления жидкости, воздействующего на чувствительный элемент датчика давления, в электрический сигнал (сила постоянного тока) пропорциональный измеряемому давлению. Токовый сигнал на нагрузочном резисторе преобразуется в напряжение постоянного тока и поступает на вход измерительного усилителя. Выходной сигнал усилителя преобразуется АЦП в цифровой код измеряемого сигнала с последующим вычислением контроллером значений измеряемого давления по известной градуировочной характеристике ИК.

ИК расхода жидкости

Принцип действия ИК основан на преобразовании измеряемого расхода жидкости датчиком генераторного типа (турбинным преобразователем расхода) в электрический сигнал переменного тока, частота которого пропорциональна измеряемой величине. Сигнал от датчика поступает на вход преобразователя, у которого выходной сигнал напряжения постоянного тока пропорционален частоте входного сигнала. Сигнал напряжения постоянного тока преобразуется АЦП в цифровой код измеряемого сигнала с последующим вычислением контроллером значений измеряемой частоты сигнала по известной градуировочной характеристике ИК.

Далее измеренное значение частоты сигнала датчика преобразуется с использованием внесенных в память контроллера коэффициентов индивидуальной функции преобразования датчика в значение измеряемого объемного расхода жидкости.

ИК частоты вращения

Принцип действия ИК основан на преобразовании измеряемой частоты вращения датчиком в электрический сигнал переменного тока, частота которого пропорциональна измеряемой величине. Сигнал от датчика поступает на вход преобразователя, у которого выходной сигнал напряжения постоянного тока пропорционален частоте входного сигнала. Сигнал напряжения постоянного тока преобразуется АЦП в цифровой код измеряемого сигнала с последующим вычислением контроллером значений измеряемой частоты сигнала по известной градуировочной характеристике ИК.

Далее измеренное значение частоты сигнала датчика преобразуется с использованием внесенного в память контроллера постоянного коэффициента передачи датчика в значение измеряемой частоты вращения.

ИК крутящего момента силы

Принцип действия ИК основан на преобразовании датчиком измеряемого крутящего момента в электрический сигнал переменного тока, частота которого пропорциональна измеряемой величине крутящего момента. Сигнал от датчика поступает на вход преобразователя, у которого выходной сигнал напряжения постоянного тока пропорционален частоте входного сигнала. Сигнал напряжения постоянного тока преобразуется АЦП в цифровой код измеряемого сигнала с последующим вычислением контроллером значений измеряемого крутящего момента силы по известной градуировочной характеристике ИК.

ИК напряжения, силы и мощности переменного электрического тока

Принцип действия ИК основан на измерении мгновенных значений сигналов напряжения переменного тока, поступающих от измерительных преобразователей напряжения и силы переменного тока, с формированием массивов измеренных значений. Результаты измерений используются для вычисления контроллером действующих (среднеквадратичных) значений сигналов методом приближенного интегрирования. Далее действующие значения сигналов используются для вычисления действующих значений измеряемого тока и напряжения по известным градуировочным характеристикам ИК.

Активная мощность в цепи переменного тока вычисляется путем приближенного интегрирования произведения одновременно измеренных мгновенных значений напряжения и тока.

ИК интервалов времени (таймер)

Принцип действия таймера основан на подсчете числа импульсов опорного генератора таймера в течение измеряемого промежутка времени (между двумя внешними дискретными сигналами «Пуск» и «Стоп», которые поступают через модуль ввода сигналов). Количество подсчитанных импульсов, деленное на значение опорной частоты, определяет измеряемый интервал времени.

Общий вид электромонтажных шкафов №1 и №2, места нанесения знака утверждения типа и знака поверки приведены на рисунках 1, 2.

В конструкции предусмотрена защита от несанкционированного доступа в виде замков на дверцах электромонтажных шкафов №1 и №2.

Место нанесения знака поверки

Место нанесения знака утверждения типа



Рисунок 1 - Общий вид электромонтажного шкафа №1



Рисунок 2 - Общий вид электромонтажного шкафа №2



Рисунок 3 - Внешний вид замка на дверце электромонтажного шкафа №1



Рисунок 4 - Внешний вид замка на дверце электромонтажного шкафа №2

Знак поверки наносится на дверцу электромонтажного шкафа №1 в виде наклейки и в свидетельство о поверки в виде оттиска клейма.

Программное обеспечение

К метрологически значимым компонентам системы измерительной испытательного стенда вертолетного редуктора ВР-252 «Редуктор-3» (далее – ПО системы) относятся программы «Измерительная станция 1» (шкаф №1) и «Измерительная станция 2» (шкаф №2), установленные на соответствующих контроллерах.

Программы «Измерительная станция 1» и «Измерительная станция 2» в формате исполняемого файла «startup.rtexe» устанавливаются на промышленные контроллеры NI PXIe-8840 и NI PXI-8840, размещенные в электромонтажных шкафах №1 и №2, и работают под управлением операционной системы жесткого реального времени NI LabVIEW Real Time.

Обмен служебной информацией и данными между программами нижнего и верхнего уровней осуществляется по проводной локальной сети Ethernet посредством стандартного протокола обмена данными TCP IP.

Уровень защиты ПО «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	Значение
Наименование ПО	Измерительная станция 1	Измерительная станция 2
Идентификационное наименование ПО	va_hp252_pxi_main.rtexe	va_hp252_pxi_power.rtexe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.19.01	не ниже 2.0.19.01

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры масла в поддоне редуктора, °С	от 0 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры масла в поддоне редуктора, °С	±2,0
Количество ИК	1
Диапазон измерений температуры масла на входе в редуктор, °С	от 0 до 115
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры масла на входе в редуктор, °С	±1,0
Количество ИК	1
Диапазон измерений температуры масла на выходе из редуктора, °С	от 0 до 115

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры масла на выходе из редуктора, °С	±1,0
Количество ИК	1
Диапазон измерений температуры (резервный канал), °С	от 0 до 115
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры (резервный канал), °С	±1,0
Количество ИК	1
Диапазон измерений давления масла на входе в редуктор, кПа (кгс/см ²)	от 0 до 785 (от 0 до 8)
Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу (ВП)) погрешности измерений давления масла на входе в редуктор, %	±1,0
Количество ИК	1
Диапазон измерений давления масла в нагнетающей магистрали редуктора, кПа (кгс/см ²)	от 0 до 588 (от 0 до 6)
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений давления масла в нагнетающей магистрали редуктора, %	±1,0
Количество ИК	1
Диапазон измерений давления жидкости за насосами основной и дублирующей гидросистем, МПа (кгс/см ²)	от 0 до 7,85 (от 0 до 80)
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений давления жидкости за насосами основной и дублирующей гидросистем, %	±2,0
Количество ИК	2
Диапазон измерений расхода масла при прокачке через редуктор, л/мин	от 105 до 130
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений расхода масла при прокачке через редуктор, %	±2,5
Количество ИК	1
Диапазон измерений частоты вращения левого и правого приводных электродвигателей, об/мин	от 0 до 3500
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений частоты вращения левого и правого приводных электродвигателей, %	±0,2
Количество ИК	2
Диапазон измерений частоты вращения левого и правого тормозных генераторов, об/мин	от 0 до 3500
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений частоты вращения левого и правого тормозных генераторов, %	±0,2
Количество ИК	2
Диапазон измерений крутящего момента силы на валу левого и правого приводных электродвигателей, Н·м (кгс·м)	от 0 до 6865 (от 0 до 700)
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений крутящего момента силы на валу левого и правого приводных электродвигателей, %	±1,0
Количество ИК	2
Диапазон измерений крутящего момента силы на валу левого и правого тормозных генераторов, Н·м (кгс·м)	от 0 до 6865 (от 0 до 700)
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений крутящего момента силы на валу левого и правого тормозных генераторов, %	±1,0
Количество ИК	2

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений сигнала линейного напряжения левого и правого тормозных генераторов, В	от 0 до 105
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений сигнала линейного напряжения левого и правого тормозных генераторов, %	$\pm 1,5$
Количество ИК	2
Диапазон измерений напряжения на клеммах фаз А, В, С первого и второго бортовых генераторов, В	от 0 до 125
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения на клеммах фаз А, В, С первого и второго бортовых генераторов, %	$\pm 0,5$
Количество ИК	6
Диапазон измерений напряжения на клеммах фаз А, В, С генератора на валу вентилятора, В	от 0 до 125
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения на клеммах фаз А, В, С генератора на валу вентилятора, %	$\pm 0,5$
Количество ИК	3
Диапазон измерений тока нагрузки (фазы А, В, С) первого и второго бортовых генераторов, А	от 0 до 150
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений тока нагрузки (фазы А, В, С) первого и второго бортовых генераторов, %	$\pm 1,0$
Количество ИК	6
Диапазон измерений тока нагрузки (фазы А, В, С) генератора на валу вентилятора, А	от 0 до 160
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений тока нагрузки (фазы А, В, С) генератора на валу вентилятора, %	$\pm 1,0$
Количество ИК	3
Диапазон измерений активной мощности нагрузки первого и второго бортовых генераторов, кВт	от 0 до 56
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений активной мощности нагрузки первого и второго бортовых генераторов, %	$\pm 1,2$
Количество ИК	2
Диапазон измерений активной мощности нагрузки генератора на валу вентилятора, кВт	от 0 до 60
Пределы допускаемой приведенной (к ВП) погрешности измерений активной мощности нагрузки генератора на валу вентилятора, %	$\pm 1,2$
Количество ИК	1
Длительность интервала времени, с	600
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длительности интервала времени 600 с, с	$\pm 0,05$
Количество ИК	1

Таблица 3 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания: – напряжение переменного тока, В – частота переменного тока, Гц	220±22 50±2
Потребляемая мощность, (не более) В·А, не более: – электромонтажный шкаф №1 – электромонтажный шкаф №2	300 300
Габаритные размеры шкафа № 1 (не более), мм – длина – ширина – высота	600 600 650
Габаритные размеры шкафа № 2 (не более), мм – длина – ширина – высота	720 600 1310
Масса, кг, не более: – электромонтажный шкаф №1 – электромонтажный шкаф №2	70 110
Условия эксплуатации: – температура окружающей среды, °С – относительная влажность воздуха при температуре +25°С, % – атмосферное давление, мм рт. ст.	от +10 до +30 до 80 от 626 до 795

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации методом компьютерной графики и на переднюю часть электромонтажного шкафа № 1 в виде наклейки.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 - Комплектность системы

Наименование	Обозначение	Кол-во
Шкаф электромонтажный № 1 в составе:		
Источник бесперебойного питания, выходная мощность 1000 ВА/700 Вт	UPS VH Series 1000	1 шт.
Сетевой коммутатор 10-ти портовый 10/100/1000 Мб (D-Link)	DGS-1210-10	1 шт.
9-ти слотовое шасси для установки измерительного оборудования платформы NI PXIe	NI PXIe-1078	1 шт.
Контроллер Core i5 2.7ГГц, двухядерный процессор с ОС реального времени	NI PXIe-8840	1 шт.
4-х портовая плата последовательного интерфейса RS-485/422	NI PXI-8431/4	1 шт.
Многофункциональная плата, 16-ти канальное АЦП 24 бита, 48 каналов дискретного ввода/вывода, 4-х канальный ЦАП	NI PXIe-6358	1 шт.
Терминальный блок для платы NI PXIe-6358	SCB-68A	2 шт.
Кабель 1 м	SHC68-68-EPM	2 шт.
8-ми канальная плата АЦП 16 бита с поканальной изоляцией, 250 кГц/канал	NI PXIe-4300	1 шт.

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Кол-во
Терминальный блок для согласования входов платы NI PXIe-4300 с выходами датчиков 4 .. 20мА	ТВ-4300С	1 шт.
20-ти канальная плата АЦП 16 бита для измерения 2-, 3- или 4-проводных резистивных датчиков температуры (RTD)	NI PXIe-4357	1 шт.
Терминальный блок для платы NI PXIe-4357	ТВ-4357	1 шт.
Модуль аналогового ввода; частотный вход 0 .. 25 кГц; диапазон выходных напряжений 0 В...10 В	SCM5B45-06D	4 шт.
Модуль аналогового ввода; частотный вход 0 .. 5 кГц ; диапазон выходных напряжений 0 В...10 В	SCM5B45-04D	4 шт.
Монтажная панель для установки 8-ми модулей типа SCM5B, без мультиплексирования, без CJC, монтаж на DIN-рейку	SCMPB07-3	1 шт.
Модуль аналогового ввода; частотный вход 0 .. 1 кГц ; диапазон выходных напряжений 0 В...10 В	SCM5B45-02D	1 шт.
Монтажная панель для установки 1-ого модуля типа SCM5B, без мультиплексирования, без CJC, монтаж на DIN-рейку	SCMPB03-2	1 шт.
Стабилизированный источник питания, выход 5В постоянного тока	6EP 1311-1SH13	1 шт.
Блок питания 4-х канальный с выходной мощностью 14 Вт (24 В постоянного тока)	БП14Б-Д.4-24	1 шт.
Сетевой кабель Ethernet	-	1 шт.
Кабель питания	-	1 шт.
Шкаф электромонтажный № 2 в составе:		1 шт.
Источник бесперебойного питания, выходная мощность 1000 ВА/700 Вт	UPS VH Series 1000	1 шт.
6-ти слотовое шасси для установки измерительного оборудования платформы NI PXI	NI PXI-1036	1 шт.
Контроллер Core i5 2.6ГГц, четырехядерный процессор с ОС реального времени	NI PXI-8840	1 шт.
8-ми канальная плата АЦП 16 бита, 250 кГц/канал	NI PXI-6143	3 шт.
Терминальный блок для платы NI PXIe-4357	ТВ-2706	3 шт.
Шасси с интегрированным контроллером под управлением ОС реального времени	NI cRIO-9035	1 шт.
34-х канальный модуль дискретного ввода, 24В	NI 9425	1 шт.
Терминальный блок «под винт» на переднюю панель модуля NI 9475	NI 9923	1 шт.
8-ми канальный модуль дискретного вывода, 60В	NI 9475	1 шт.
25-ти контактный конекторный блок, «под винт» на переднюю панель модуля NI 9475	NI 9924	1 шт.
4-х канальный модуль аналогового вывода, ±10 В, 100кГц, ЦАП 16 бит	NI 9263	2 шт.
Защитный кожух для разъема «под винт» на передней панели модуля NI 9263	NI 9927	2 шт.

Продолжение таблицы 4

Модуль-заглушка	NI 9977	4 шт.
Модуль гальванической развязки, диапазон напряжений ± 10 В	SCM5B49-05	8 шт.
Монтажная панель для установки 8-ми модулей типа SCM5B, без мультиплексирования, без CJC, монтаж на DIN-рейку	SCMPB07-3	1 шт.
Стабилизированный источник питания, выход 5В постоянного тока	6EP 1311-1SH13	1 шт.
Стабилизированный источник питания, выход 15В постоянного тока	6EP 1352-1SH03	2 шт.
Стабилизированный источник питания, выход 24В постоянного тока	6EP 1333-2BA20	1 шт.
Сетевой кабель Ethernet	-	1 шт.
Кабель питания	-	1 шт.
Для установки на испытательный стенд: Монтажная панель для установки модуля типа SCM5B Изолированный усилитель по напряжению, диапазон входных напряжений ± 100 мВ, диапазон выходных напряжений ± 10 В, полоса пропускания 400 Гц Датчик частоты вращения (рег. № 69416-17) Датчик крутящего момента Датчик давления Датчик давления Датчик давления Преобразователь расхода турбинный (рег. № 8326-04) Термометр сопротивления (рег. № 34737-07) Трансформатор тока (рег. № 20466-00) Трансформатор тока (рег. № 20466-00) Датчик тока (рег. № 57086-14) Датчик напряжения	SCMPB03 SCM5B40-03D A5S07C50 T10FS-010R-L-SU2-S МИДА-ДИ-13П-К-У2-0,5/0,6МПа-01 МИДА-ДИ-13П-К-У2-0,5/1МПа-01 МИДА-ДИ-13П-К-У2-0,5/10МПа-01 ТПР13-2-1 ТСМ, 100М, класс В ТФ1, 150/1А ТФ1, 200/1А LEM LA25-NP/SP11 LEM CV3-500	1 шт. 1 шт. 1 шт. 4 шт. 4 шт. 1 шт. 1 шт. 2 шт. 1 шт. 4 шт. 6 шт. 3 шт. 9 шт. 11 шт.
Программное обеспечение: Измерительная станция 1 Измерительная станция 2	va_hp252_pxi_main.rtexe va_hp252_pxi_power.rtexe	1 экз. 1 экз.
Документация: Паспорт Руководство по эксплуатации Методика поверки	АЭ2-659.09.00 ПС АЭ2-659.09.00 РЭ АЭ2-659.09.00 МП	1 экз. 1 экз. 1 экз.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 3 руководства по эксплуатации АЭ2-659.09.00 РЭ.

Нормативные документы, устанавливающие требования к системе измерительной испытательного стенда вертолетного редуктора ВР-252 «Редуктор-3»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15.02.2016 № 146 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.07.2018 № 1621 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»

ГОСТ Р 8.802-2012 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 250 МПа.

ГОСТ 8.752-2011 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений крутящего момента силы».

ГОСТ Р 8.648-2008 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц.

ГОСТ Р 8.767-2011 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц.

ГОСТ Р.625-2006 ГСИ. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.

