

Утверждаю
И. о. директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
А. Н. Пронин
М. п. «13» ноября 2018г.



Государственная система обеспечения единства измерений

ДАТЧИКИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ DM21-A2

Методика поверки

МП 253-1155-2018

Руководитель НИО

А. А. Янковский

Заместитель

руководителя НИО

Д. Б. Пухов

г. Санкт-Петербург

2018 г.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	4
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	5
5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	5
5.1 Внешний осмотр	5
5.2 Проверка комплектности и маркировки	6
5.3 Опробование	6
5.4 Определение относительной погрешности преобразований частоты вращения	6
5.5 Проверка диапазона преобразований частоты входного сигнала	7
5.6 Определение относительной погрешности преобразований частоты вращения в диапазоне, заявленном потребителем.	8
7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А	10

ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на датчики частоты вращения DM21-A2 (далее по тексту – датчики) и устанавливает объём и порядок проведения первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 3 года.

1.2 Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на датчик, средства измерений и оборудования, используемые при проведении поверки.

1.3 Методика поверки допускает проведение поверки в диапазоне преобразования частот, заявленным в письменном виде владельцем датчика. В этом случае в свидетельстве о поверке обязательно указывается информация об объёме проведённой поверки.

1.4 При положительном результате поверки рекомендуется оформлять протокол в соответствии с приложением А.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций, выполняемых при проведении поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операции при поверке	
		Первичной	Периодической
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	5.1	Да	Да
2 Проверка комплектности и маркировки	5.2	Да	Да
3 Опробование	5.3	Да	Да
4 Определение относительной погрешности преобразований частоты вращения	5.4	Да	Да
5 Проверка диапазона преобразований частоты входного сигнала	5.5	Да	Да
6 Определение относительной погрешности преобразования частоты в диапазоне, заявленном потребителем	5.6	Да	Да
7 Оформление результатов поверки.	6	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2, имеющие свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия.

Таблица 2 – Перечень средств измерений

Номер пункта МП	Наименование средства поверки и его тип	Основные метрологические характеристики
5.3 – 5.5	Установка тахометрическая УТ05-60	Диапазон измерений от 10 до 60000 об/мин, Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений частоты вращения 0,05%, (Пер. № 6840-78).
5.3 – 5.5	Частотомер электронно-счётный ЧЗ-85/3	Диапазон измерений от 10 Гц до 220 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm(5 \cdot 10^{-7} + 1 \text{ ерр})$, (Пер. № 32359-06).

5.3 – 5.5	Гигрометры психрометрические ВИТ	Диапазон измерений температуры от плюс 15 до плюс 40, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$, диапазон измерений относительной влажности от 40 до 90 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 6\%$ (рег. № 42453-09)
5.6	Тахометр Testo-470	Диапазон измерения угловой скорости от 1 до 99999 об./мин., пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений скорости $\pm(0,02+1\text{err})\%$ (рег. № 32471-06)

Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих требуемый запас точности (не менее 1/3), со свидетельствами о поверке с неистекшим сроком действия.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться правила безопасности в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации (РЭ) на датчик и эксплуатационных документов применяемых средств поверки.

3.2 К поверке допускаются лица, имеющие право на проведение поверки, изучившие эксплуатационную документацию на датчик и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$ 20 \pm 5
- относительная влажность воздуха, %, не более 80

4.2 При подготовке к поверке средства поверки и поверяемый датчик должны быть подготовлены к работе в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие маркировки;
- отсутствие механических повреждений на корпусе датчика.

5.2 Проверка комплектности и маркировки

При проверке комплектности должно быть установлено её соответствие перечню, приведённому в РЭ.

При проверке маркировки должно быть установлено её наличие в соответствии с требованиями, приведёнными в РЭ.

Результат поверки по пункту 5.2 считается положительным, если комплектность и маркировка датчика соответствует требованиям, приведённым в руководстве по эксплуатации.

5.3 Опробование

5.3.1 Подготовить установку тахометрическую УТ05-60 к работе в соответствии с её ЭД. Установить на вал № 1 индукторную шестерню на 60 зубьев ($Z = 60$).

5.3.2 Установить датчик так, чтобы зазор между его чувствительным элементом и зубом шестерни был в пределах 0,4 – 0,9 мм.

5.3.3 Подготовить частотомер к работе в режиме измерений частоты. Установить время усреднения на частотомере 1 с.

5.3.4 Подключить обмотку 1 датчика (контакты А-В разъема) ко входу частотомера.

5.3.5 Установить значение частоты вращения вала тахометрической установки $n = 600$ об/мин. Включить установку.

5.3.6 Провести измерение выходного сигнала датчика. Отображаемое значение должно равняться 600 ± 1 Гц.

5.3.7 Подключить обмотку 2 датчика (контакты D-E разъема) ко входу частотомера и выполнить операции п.п. 5.3.5 – 5.3.6.

5.3.8 Датчик считается прошедшим поверку по пункту 5.3, если установлена его работоспособность.

5.4 Определение относительной погрешности преобразований частоты вращения

5.4.1 Подготовить установку тахометрическую УТ05-60 к работе в соответствии с её ЭД. В диапазоне частот входного сигнала от 10 до 100 Гц использовать индукторную шестерню на 2 зуба ($Z = 2$), в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц – индукторную шестерню на 60 зубьев ($Z = 60$). При этом частота вращения определяется из соотношения:

$$n_i = f_i \cdot 60 / Z \quad (1)$$

5.4.2 Выполнить операции пунктов 5.3.2 – 5.3.4.

5.4.3 Задать первое значение частоты вращения, согласно таблице 3 и произвести трехкратное измерение частоты выходного сигнала.

5.4.4 Выполнить трехкратные измерения частоты выходного сигнала при всех значениях $f_{зад,n}$, указанных в таблице 3.

Таблица 3

№, п	$f_{зад,n}$, Гц	Заданная частота вращения, n_n , об/мин.	Измеренное значение частоты входного сигнала, f_i , об/мин.			\bar{f}_n , об/мин.	$\delta(f_n)$, %
			f_1	f_2	f_3		
1	10	300					
2	100	3000					
3	1000	1000					
4	10000	10000					

5.4.5 По результатам измерений определить для каждого значения $f_{зад,n}$ среднее значение частоты входного сигнала по формуле:

$$\bar{f}_n = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 f_i \quad (2)$$

5.4.6 Определить относительную погрешность преобразований частоты вращения для каждого результата измерений по формуле

$$\delta(f_n) = (\bar{f}_n - f_{зад,n}) / f_{зад,n} \cdot 100 \quad (3)$$

где \bar{f}_n - среднее значение измеренной частоты входного сигнала, определенное по формуле 2,

$f_{зад,n}$ - заданное значение частоты входного сигнала.

5.4.7 Определить максимальное значение погрешности преобразования частоты вращений из соотношения 4:

$$\delta(f) = \max|\delta(f_n)| \quad (4)$$

5.4.8 Подключить обмотку 2 датчика (контакты D-E разъема) ко входу частотомера и выполнить операции п.п. 5.4.3 – 5.4.7.

Датчик считается прошедшим поверку по пункту 5.4, если относительная погрешность преобразований частоты вращения для каждой обмотки не более 1%.

5.5 Проверка диапазона преобразований частоты входного сигнала

При выполнении требований пункта 5.4 за диапазон преобразований частоты входного сигнала принимают диапазон от 10 до 10000 Гц.

Датчик считается прошедшим поверку по пункту 5.5, если диапазон преобразований частоты входного сигнала составляет от 10 до 10000 Гц.

5.6 Определение относительной погрешности преобразований частоты вращения в диапазоне, заявленном потребителем.

5.6.1 В случае, когда датчик частоты вращения встроен в агрегат и его демонтаж для проведения периодической поверки невозможен без его остановки или нарушения целостности агрегата или экономически не оправдан, допускается проводить поверку датчика без его демонтажа с агрегата. При этом должны выполняться следующие условия:

- должен быть обеспечен доступ к торцу вала, частота вращения которого контролируется, для размещения вблизи него неконтактного средства измерения частоты вращения;

- торец вала должен быть оборудован светоотражающей меткой;

- относительная погрешность определяется для одного номинального значения частоты вращения контролируемого вала.

5.6.2 Подготовить частотомер к работе в режиме измерений частоты. Установить время усреднения на частотомере 1 с.

5.6.3 Подключить выход датчика ко входу частотомера.

5.6.4 Установить вблизи торца контролируемого вала тахометр Testo-470 (далее по тексту - тахометр) и подготовить его к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

5.6.5 Провести измерения частотомером выходного сигнала датчика ($f_{д,i}$) и снять показания тахометра ($n_{т,i}$). Результаты измерений занести в таблицу 4.

Таблица 4

i	$f_{д,i}$, Гц	$n_{д,i}$, мин ⁻¹	$n_{т,i}$, мин ⁻¹	$\overline{n_{д,i}}$, мин ⁻¹	$\overline{n_{т,i}}$, мин ⁻¹
1					
2					
...					
10					

5.6.6 Выполнить операции п.5.6.5 десять раз ($i=10$) с интервалом 10 – 20 с для каждой обмотки датчика.

5.6.7 Рассчитать по данным таблицы 4 для каждой обмотки датчика относительную погрешность преобразований частоты вращения по формуле:

$$\delta(n) = \frac{1}{n_T} (\overline{n_D} - \overline{n_T}) \cdot 100,$$

где $\overline{n_T} = \frac{1}{10} \sum_i n_{T,i}$; $\overline{n_D} = \frac{1}{10} \sum_i n_{D,i}$; $n_{D,i} = f_{D,i} \cdot 60 / Z$; Z – число зубьев индукторной шестерни, установленной на контролируемом валу.

5.6.8 Рассчитать по данным таблицы 4 для каждой обмотки датчика среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерений частоты преобразования по формуле:

$$S_n = \frac{1}{n_D} \sqrt{\frac{1}{90} \sum_{10} (n_{D,i} - \overline{n_D})^2}$$

5.6.9 Определить относительную погрешность преобразования частоты вращения по формуле:

$$\delta = 2 \cdot \sqrt{S_n^2 + \frac{1}{3} \cdot \delta(n)^2}.$$

5.6.10 Датчик считается прошедшим поверку по пункту 5.6, если относительная погрешность преобразований частоты вращения (δ_n) для каждой обмотки датчика не более 1%.

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При положительных результатах поверки, проведённой в соответствии с настоящей методикой, оформляется протокол поверки (рекомендуемая форма представлена в ПРИЛОЖЕНИИ А) и выдаётся свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

7.2 При получении отрицательных результатов поверки при выполнении любой из операций, приведённых в таблице 1, датчик к применению не допускается и на него оформляется извещение о непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

Протокол поверки датчика частоты вращения DM21-A2

Обозначение: DM21-A2 , зав.№.....

Владелец :

Условия поверки:

Температура окружающего воздуха °С.

Относительная влажность воздуха %.

Результаты поверки

1 Внешний осмотр:

2 Проверка комплектности.....

3 Определение относительной погрешности преобразований частоты вращения.

Таблица 1 – Результаты измерений

№, n	$f(z)_n$, Гц	Заданная частота вращения, n_n , об/мин.	Измеренное значение частоты входного сигнала, f_i , об/мин.			\bar{f}_n , об/мин.	$\delta(f_n)$, %
			f_1	f_2	f_3		
1	10	300					
2	100	3000					
3	1000	1000					
4	10000	10000					

$$\delta(f) = \max|\delta(f_n)|$$

4 Проверка диапазона преобразований частоты входного сигнала

Диапазон преобразований частоты входного сигнала составляет

5 Заключение: для эксплуатации

годен / не годен

Дата поверки «.....» 20 г.

Поверитель

Подпись

Расшифровка подписи