

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «НПО «ВИБРОН»



В.Г. Дунаевский

М.П.

« 5 » 2019г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

М.П.

« 5 » 2019г.

ДАТЧИКИ БИЕНИЯ ВАЛА СЕРИИ ДБВ

Методика поверки
4277-008-95218262-2019 МП

2019

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. №	Подп. и дата

Перв. примен.

Справ. №

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	5
2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	6
3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	7
4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	7
5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ	8
6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	9
6.1 Опробование	9
6.1.1 Внешний осмотр	9
6.1.2 Проверка сопротивления изоляции в нормальных условиях	9
6.1.3 Проверка функционирования в режиме контроля работоспособности	9
6.2 Определение метрологических характеристик	9
6.2.1 Определение нелинейности амплитудной характеристики и отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения для датчиков биения вала модификации ДБВ-ОВ	9
6.2.2 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 7 Гц для датчиков биения вала модификации ДБВ-ОВ	11
6.2.3 Определение нелинейности амплитудной характеристики и отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения для датчиков биения вала модификации ДБВ-ОС	11
6.2.4 Определение абсолютной погрешности измерения частоты вращения для датчиков биения вала модификации ДБВ-ФО	12
7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	14





Подп. и дата

Инв. №

Взам. Инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

					4277-008-95218262-2019 МП		
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата			
Разраб.		Михалев		24.12.19	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Веселова		24.12.19		2	14
Н.контр.		Лагуто		24.12.19			
Гл.инженер		Веселова		24.12.19			

Датчики биения вала серии ДБВ
Методика поверки

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки (МП) распространяется на датчики биения вала серии ДБВ и устанавливает методику их первичной поверки, поверки после ремонта и периодической поверки.

Датчики биения вала серии ДБВ (далее – датчики) предназначены для измерений виброперемещения, осевого смещения и частоты вращения.

Датчики биения вала серии ДБВ могут работать, начиная с частоты, равной нулю (измерение статического зазора).

Датчики биения вала выпускаются в трех модификациях: ДБВ-ОВ, ДБВ-ОС и ДБВ-ФО, отличающихся между собой измеряемым параметром.

Датчики биения вала модификации ДБВ-ОВ предназначены для измерений относительного виброперемещения.

Датчики биения вала модификации ДБВ-ОС предназначены для измерения осевого сдвига (статического зазора).

Датчики биения вала модификации ДБВ-ФО предназначены для измерения частоты вращения (фазы ротора).

Датчики биения вала модификации ДБВ-ОВ выпускаются в нескольких исполнениях, представленные на схеме 1.

ДБВ - ОВ - А - В/С - DLS/DLC - Н(Р)

где:

А - диапазон измерений;

5-125- диапазон измерений относительного виброперемещения от 5 до 125 мкм;

5-250 - диапазон измерений относительного виброперемещения от 5 до 250 мкм;

10-500 - диапазон измерений относительного виброперемещения от 10 до 500 мкм;

15-1000 - диапазон измерений относительного виброперемещения от 15 до 1000 мкм;

20-2000 - диапазон измерений относительного виброперемещения от 20 до 2000 мкм;

В/С - диапазон рабочих частот (нижний и верхний пределы);

DLS/DLC - конструктивное исполнение (длина корпуса датчика (мм) / длина кабеля (м) и его конструктивное исполнение);

Н(Р) - исполнение кабеля: (со свободными концами) или Р (с разъемом).

Схема 1 – Исполнения датчиков биения вала модификации ДБВ-ОВ

Инов.№ подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
------	------	---------	-------	------

Датчики биения вала модификации ДБВ-ОС выпускаются в нескольких исполнениях, которые отражены в схеме 2.

ДБВ - ОС - \boxed{A} - $\boxed{DLS/DLC}$ - $\boxed{H(P)}$

где:

\boxed{A} - диапазон измерений;

0,5- диапазон измерений осевого сдвига (статического зазора) от - 0,5 до 0,5 мм;

1,0 - диапазон измерений осевого сдвига (статического зазора) от - 1,0 до 1,0 мм;

1,5 - диапазон измерений осевого сдвига (статического зазора) от - 1,5 до 1,5 мм;

2,0 - диапазон измерений осевого сдвига (статического зазора) от - 2,0 до 2,0 мм;

2,5 - диапазон измерений осевого сдвига (статического зазора) от - 2,5 до 2,5 мм;

4,0 - диапазон измерений осевого сдвига (статического зазора) от - 4,0 до 4,0 мм;

5,0 - диапазон измерений осевого сдвига (статического зазора) от - 5,0 до 5,0 мм;

$\boxed{DLS/DLC}$ - конструктивное исполнение (длина корпуса датчика (мм) / длина кабеля (м) и его конструктивное исполнение);

$\boxed{H(P)}$ - исполнение кабеля (со свободными концами) или P (с разъемом).

Схема 2 – Исполнения датчиков биения вала модификации ДБВ-ОС

Датчики биения вала модификации ДБВ-ФО выпускаются в нескольких исполнениях, которые отражены в схеме 3.

ДБВ - ФО - \boxed{A} - \boxed{B} - $\boxed{DLS/DLC}$ - $\boxed{H(P)}$

где:

\boxed{A} - диапазон измерений;

1500 - диапазон измерений частоты вращения от 5 до 1500 об/мин;

15000 - диапазон измерений частоты вращения от 5 до 15000 об/мин;

60000 - диапазон измерений частоты вращения от 5 до 60000 об/мин;

\boxed{B} - установочный зазор;

1 - установочный зазор 1 мм;

2 - установочный зазор 2 мм;

4 – установочный зазор 4 мм;

$\boxed{DLS/DLC}$ - конструктивное исполнение (длина корпуса датчика (мм) / длина кабеля (м) и его конструктивное исполнение);

$\boxed{H(P)}$ - исполнение кабеля (со свободными концами) или P (с разъемом).

Исполнение датчиков биения вала модификаций: ДБВ-ОВ, ДБВ-ОС и ДБВ-ФО указывается в паспорте и на дополнительной маркировке на кабеле датчика после основной аббревиатуры.

Датчики биения вала серии ДБВ выпускаются со встроенным или выносным преобразователем.

Комплектность поверяемого датчика определяется паспортом.

Интервал между поверками: **2 года**.

Инт.№ подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
------	------	---------	-------	------

4277-008-95218262-2019 МП			
---------------------------	--	--	--

Лист
4

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.
Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Опробование	6.1		
1 Внешний осмотр и проверка комплектности	6.1.1	Да	Да
2 Проверка сопротивления изоляции в нормальных условиях	6.1.2	Да	Да
3 Проверка функционирования	6.1.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик	6.2		
4 Определение нелинейности амплитудной характеристики и отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения	6.2.1	Да ⁽¹⁾	Да ⁽¹⁾
5 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 7 Гц	6.2.2	Да ⁽¹⁾	Да ⁽¹⁾
6 Определение нелинейности амплитудной характеристики и отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения	6.2.3	Да ⁽²⁾	Да ⁽²⁾
7 Определение абсолютной погрешности измерений частоты вращения	6.2.4	Да ⁽³⁾	Да ⁽³⁾

(1) – только для датчиков биения вала модификации ДБВ-ОВ

(2) – только для датчиков биения вала модификации ДБВ-ОС

(3) – только для датчиков биения вала модификации ДБВ-ФО

Примечание:

- Поверку датчиков биения вала модификации ДБВ-ОВ необходимо проводить в частотном диапазоне нормируемом в паспорте и маркируемом на кабеле датчика в соответствии со схемой 1.

- Поверку датчиков биения вала модификации ДБВ-ОВ и ДБВ-ОС необходимо проводить на марке металла, указываемом в паспорте на датчик.

Проведение поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений по сокращенной программе не предусмотрено.

Инь. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки и оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, обозначение документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики.
6.2.1-6.2.2	Поверочная виброустановка 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772
6.1.2; 6.2.1-6.2.3	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)
6.2.3	Головка микрометрическая цифровая серии 164 (рег. № 33793-07)
6.2.4	Стенд СП31 (рег. № 61681-15)
6.2.4	Частотомер электронно-счетного ЧЗ-38 (рег. № 3433-73)

Примечание – Допускается применение приборов других типов, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

2.2 Все вышеуказанные средства измерения должны быть поверены органами государственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Инов. №	Подп. и дата	Взам. Инов. №	Инов. №	Подп. и дата	Инов. №	Подп. и дата	Инов. №	Подп. и дата	
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	4277-008-95218262-2019 МП						Лист
											6

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.2.091-2012 и эксплуатационной документацией фирмы-изготовителя.

3.2 Предусмотрите возможность заземления средств поверки и поверяемого средства у рабочего места для предупреждения поражения электрическим током.

3.3 Производите подсоединение средств поверки к поверяемому датчику биения вала серии ДБВ при выключенном напряжении питания.

4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.4 К поверке допускаются лица, имеющие необходимые навыки по работе с подобными СИ и ознакомленные с эксплуатационной документацией на датчики биения вала серии ДБВ.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. №	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

4277-008-95218262-2019 МП

Лист

7

5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	15 – 25;
относительная влажность воздуха, %	40 - 80;
атмосферное давление, кПа (мм рт ст)	96 – 104 (720 - 780).

5.2 Перед выполнением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Ознакомление с техническим описанием поверяемого датчика биения вала серии ДБВ в руководстве по эксплуатации.
2. Проверка комплектности поверяемого датчика биения вала серии ДБВ по его паспорту.
3. Подключение средств поверки к поверяемому датчику должно производиться соответствии со схемами, приведенными в настоящей МП, при выключенном напряжении питания.
4. Выполнено заземление средств поверки на рабочем месте.
5. Включение и прогрев приборов в течение времени, указанного в эксплуатационной документации на соответствующие средства измерения.

Эталонные и вспомогательные приборы и приспособления должны быть подготовлены к выполнению поверки в соответствии с руководствами по эксплуатации на них.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. №	Подп. и дата	
Взам. Инв. №	Инв. №			
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Опробование

6.1.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра обращайтесь внимание на:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и электрических разъемов и соединителей, влияющих на работоспособность датчика;
- соответствие комплектности и маркировки требованиям, установленным в эксплуатационной документации (руководстве по эксплуатации и паспорте) на датчик.

После внешнего осмотра, в случае несоответствия датчика хотя бы одному из вышеуказанных требований, его признают непригодным к дальнейшему применению и направляют в ремонт.

6.1.2 Проверка сопротивления изоляции в нормальных условиях

Выводы мегаомметра подключить к корпусу датчика и поочередно к клемме «1» (контакту 1 разъема) и клемме «2» (контакту 2 разъема). Провести замеры при напряжении не более 10 В. Показания, определяющие электрическое сопротивление изоляции, следует отсчитывать по истечении 1 мин после приложения напряжения или меньшего времени, за которое показания тераомметра практически установятся.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм.

6.1.3 Проверка функционирования в режиме контроля работоспособности

Подключить датчик в соответствии со схемой измерительной к вольтметру (рис.1).

Вольтметр включить в режиме измерения постоянного тока (напряжения).

Установить датчик в соответствии с установочным зазором, указанным в паспорте.

Подать напряжение питания.

На экране вольтметра наблюдать значение постоянного тока.

Для датчика с выходом по току значение постоянного тока должно быть в пределах от 11,4 до 12,6 мА.

Для датчика с выходом по напряжению с диапазоном 1...5 В значение постоянного напряжения должно быть в пределах от 2,85 до 3,15 В.

Для датчика с выходом по напряжению с диапазоном 2...10 В значение постоянного напряжения должно быть в пределах от 5,7 до 6,3 В.

6.2 Определение метрологических характеристик

6.2.1 Определение нелинейности амплитудной характеристики и отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения для датчиков биения вала модификации ДБВ-ОВ

Подключить датчик в соответствии со схемой измерительной к вольтметру (рис.1).

Вольтметр включить в режиме измерения переменного тока (напряжения - для выхода по напряжению).

Инь. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
------	------	---------	-------	------

Датчик установить на приспособлении для установки токовихревых датчиков. На поверхность вибростенда установить мишень выполненную из материала используемого при настройке датчика (тип металла, указывается в паспорте на датчик). Выставить установочный зазор между датчиком и мишенью в соответствии с паспортом.

На вибростенде задать размах виброперемещения (S_i) на частоте 7 Гц в 5-7 точках равномерно распределенных по диапазону измерения виброперемещения включая верхний и нижний пределы измерений, измерить выходное значение тока (напряжения) (I_i) в каждой заданной точке и вычислить значение коэффициента преобразования (K_{ni}) по формуле:

$$K_{ni} = \frac{I_i * 2 * \sqrt{2}}{S_i}, \text{ мкА/мкм (мВ/мкм)} \quad (1)$$

Вычислить действительное значение коэффициента преобразования по формуле:

$$K_{n\partial} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ni}}{n}, \text{ мкА/мкм (мВ/мкм)} \quad (2)$$

Для каждого значения физической величины определяют относительное отклонение δ_i коэффициента преобразования K_{ni} от действительного значения $K_{n\partial}$, %

$$\delta_i = \frac{|K_{ni} - K_{n\partial}|}{K_{n\partial}} \times 100, \% \quad (3)$$

За нелинейность амплитудной характеристики δ_a принимают максимальное значение, вычисленное по формуле:

$$\delta_a = (\delta_i)_{max}, \% \quad (4)$$

Отклонение действительного коэффициента преобразования от номинального значения вычисляют по формуле:

$$\delta_k = \frac{|K_{n\partial} - K_{nn}|}{K_{nn}} \times 100, \% \quad (5)$$

Датчик считается прошедшим поверку по данному пункту, если полученное значение отклонения действительного коэффициента преобразования от номинального значения и значение нелинейности амплитудной характеристики не превышает $\pm 5\%$.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. №
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
------	------	---------	-------	------

6.2.2 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 7 Гц для датчиков биения вала модификации ДБВ-ОВ

Подключить датчик в соответствии со схемой измерительной к вольтметру (рис. 1).

Вольтметр включить в режиме измерения переменного тока (напряжения- для выхода по напряжению).

Датчик установить на приспособлении для установки токовихревых датчиков. На поверхность вибростенда установить мишень выполненную из материала используемого при настройке датчика (тип металла, указывается в паспорте на датчик). Выставить установочный зазор между датчиком и мишенью в соответствии с паспортом.

Задать виброперемещение с постоянным размахом (например 50 мкм) на 5-8 точках из рабочего диапазона частот. Нижняя и верхняя граница диапазона рабочих частот обязательны. Определить значение коэффициента преобразования K_{ni} по формуле (1).

Неравномерность АЧХ рассчитать по формуле:

$$\gamma_i = \frac{K_{ni} - K_{nб}}{K_{nб}} \times 100, \% \quad (6)$$

где:

$K_{nб}$ - Коэффициент преобразования на базовой частоте.

Датчик считается прошедшим поверку по данному пункт, если полученное значение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 7 Гц не превышает:

- в диапазоне частот от $0,1$ до $0,9 \cdot F_{max}$ Гц: $\pm 4 \%$;
- в диапазоне св. $0,9 \cdot F_{max}$ до F_{max} Гц: $\pm 8 \%$.

где: F_{max} - верхняя граница диапазона рабочих частот датчика нормируемая в паспорте.

6.2.3 Определение нелинейности амплитудной характеристики и отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения для датчиков биения вала модификации ДБВ-ОС

Подключить датчик в соответствии со схемой измерительной к вольтметру (рис.1).

Вольтметр включить в режиме измерения постоянного тока (напряжения- для выхода по напряжению).

Поверка проводится при помощи микрометрической головки установленной на специальном юстировочном устройстве.

Датчик установить на юстировочное устройство для токовихревых датчиков с микрометрической головкой. На микровинт установить мишень выполненную из материала используемого при настройке датчика (тип металла, указывается в паспорте на датчик). Установить минимальный зазор (S_{min}) и измерить значение тока (напряжения) (I_{min}).

Последовательно задать зазор (S_i) между датчиком и мишенью равный 10%, 20%, 40%, 60 %, 80 % и 100% от $D = S_{max} - S_{min}$, где S_{max} верхняя граница измерения статического зазора, измерить выходное значение тока (напряжения) (I_i) в каждой заданной точке и вычислить значение коэффициента преобразования (K_{ni}) по формуле:

$$K_{ni} = \frac{I_i - I_{min}}{S_i - S_{min}}, \text{ мкА/мкм (мВ/мкм)} \quad (7)$$

Вычислить действительное значение коэффициента преобразования по формуле:

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. Инв. №	Инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
------	------	---------	-------	------

$$K_{n\delta} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ni, \text{мкА/мкМ}}}{n} \text{ (мВ/мкМ)} \quad (8)$$

Для каждого зазора определяют относительное отклонение δ_i коэффициента преобразования K_{ni} от действительного значения $K_{n\delta}$, %

$$\delta_i = \frac{|K_{ni} - K_{n\delta}|}{K_{n\delta}} \times 100, \% \quad (9)$$

За нелинейность амплитудной характеристики δ_a принимают максимальное значение, вычисленное по формуле:

$$\delta_a = (\delta_i)_{\text{max}}, \% \quad (10)$$

Отклонение действительного коэффициента преобразования от номинального значения вычисляют по формуле:

$$\delta_k = \frac{|K_{n\delta} - K_{nn}|}{K_{nn}} \times 100, \% \quad (11)$$

Датчик считается прошедшим поверку по данному пункту, если полученное значение отклонения действительного коэффициента преобразования от номинального значения не превышает: $\pm 5\%$ и нелинейность амплитудной характеристики не превышает $\pm 2\%$.

6.2.4 Определение абсолютной погрешности измерения частоты вращения для датчиков биения вала модификации ДБВ-ФО

Измерения проводят при помощи стенда СП31. Закрепить датчик на стенде СП31.

Выход датчика подключить к входу частотомера электронно-счетного ЧЗ-38.

Закрепить датчик на стенде СП31. Задать поочередно на стенде СП31 значения частоты вращения в 5-7 точках равномерно расположенных в диапазоне измерения частоты вращения включая нижнюю и верхнюю границы. Произвести по пять измерений с помощью частотомера электронно-счетного ЧЗ-38 в каждой точке. За результат измерения принимается среднее измеренное значение из пяти замеров.

Абсолютную погрешность измерения частоты вращения рассчитать по формуле (12):

$$\delta = D_{\text{изм}} - D_{\text{зад}}, \text{ об/мин} \quad (12)$$

где:

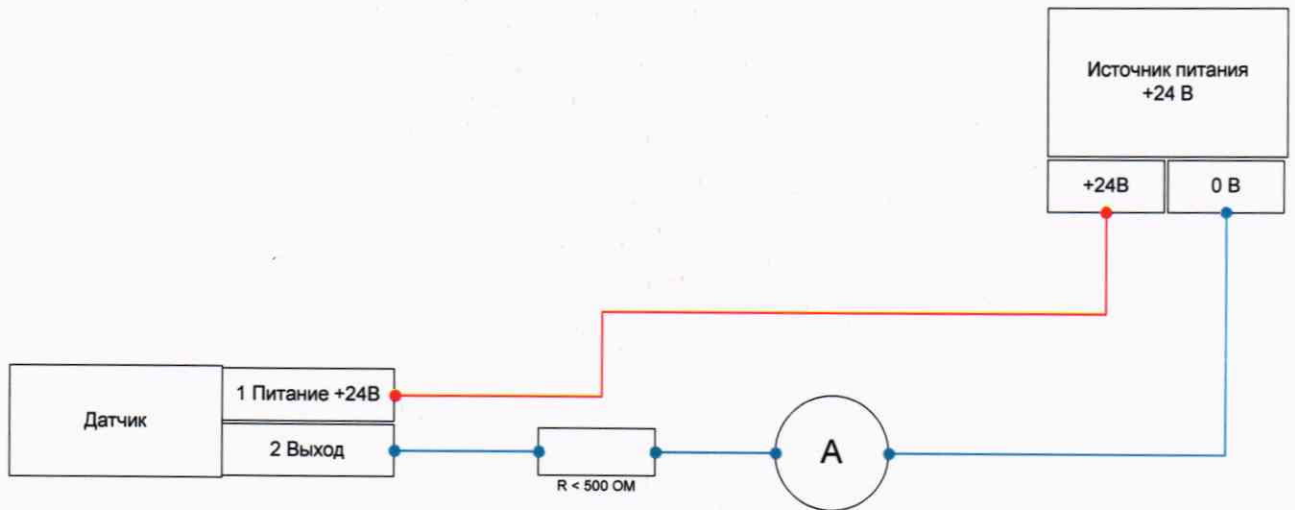
$D_{\text{зад}}$ - задаваемое значение частоты вращения на стенде СП31, об/мин;

$D_{\text{изм}}$ - среднее значение частоты вращения, измеренное с помощью частотомера электронно-счетного ЧЗ-38, об/мин.

Датчик считается прошедшим поверку по данному пункту, если полученное значение абсолютной погрешности измерения частоты вращения не превышает $\pm 2,0$ об/мин.

Ив.№ подл.	Подп. и дата	Взам. Ив.№	Ив.№	Подп. и дата
------------	--------------	------------	------	--------------

1) Подключение датчика с выходом по току



2) Подключение датчика с выходом по напряжению

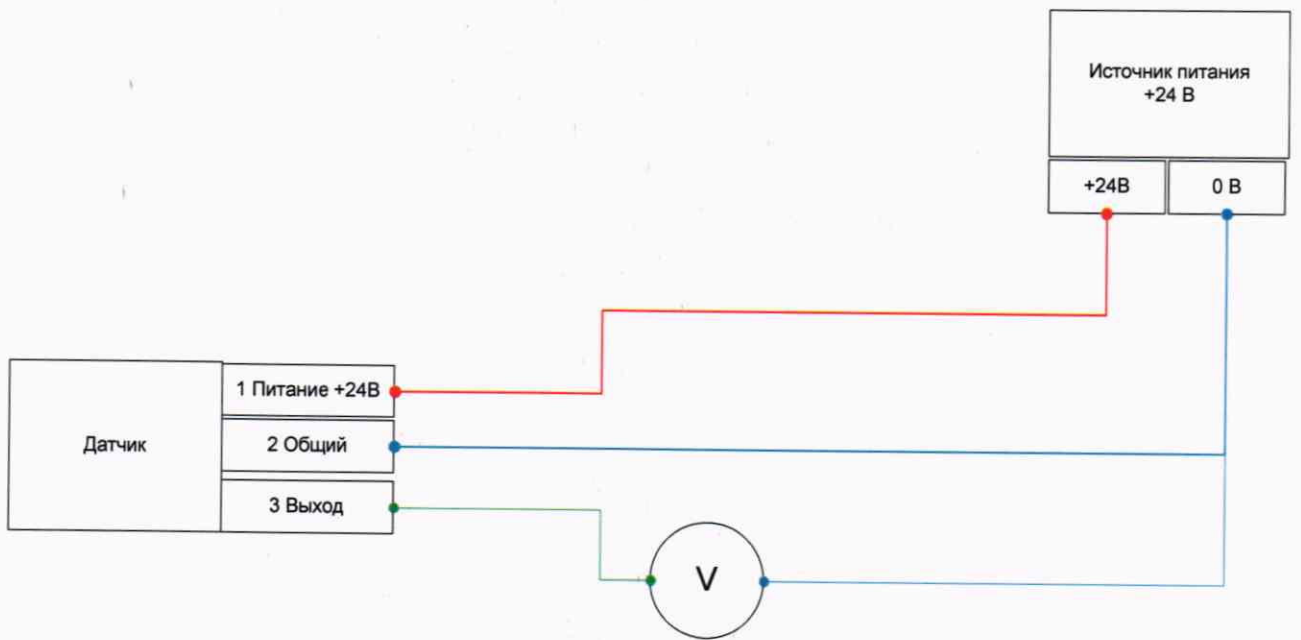


Рисунок 1. Схема подключения датчика

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
Инд.№ подл.	Подп. и дата	Взам. Инв.№	Инв.№	Подп. и дата

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. На датчики биения вала серии ДБВ, признанные годными при поверке делается отметка в паспорте или выдается свидетельство о поверке по форме, установленной Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015г.

7.2. Датчики биения вала серии ДБВ, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики, к применению не допускают и выдают извещение о непригодности с указанием причин по форме, установленной Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015г.

Зам. начальника отдела 204 ФГУП «ВНИИМС»  В.П. Кывыржик

Начальник лаборатории 204/3 ФГУП «ВНИИМС»  А.Г. Волченко

Ив.№ подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. №	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

4277-008-95218262-2019 МП

Лист

14