

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

М.П.

«03» \_\_\_\_\_ 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений  
ВИБРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ NS  
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-23-2024

г. Москва  
2024 г.

# ВИБРОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ HS

## МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

### МП 204/3-23-2024

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Настоящая методика распространяется на вибропреобразователи пьезоэлектрические HS (далее – вибропреобразователи), изготовленные Hansford Sensors, Ltd, Великобритания, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

Принцип действия вибропреобразователей основан на использовании прямого пьезоэлектрического эффекта, состоящего в образовании электрического заряда на поверхности пьезоэлемента, пропорционального ускорению, действующему на вибропреобразователь.

Конструктивно вибропреобразователи представляют собой пьезокерамический чувствительный элемент, инерционную массу, электронную схему, сигнальные выводы и разъём, заключенные в металлический корпус.

Вибропреобразователи выпускаются в следующих модификациях HS-100, HS-105, HS-150, HS-170, HS-172, HS-173, HS-180, HS-420, HS-421, HS-422.

Вибропреобразователи модификации HS-100 выпускаются в исполнениях, приведенных на структурной схеме 1.

HS-100 

A
---

R
---

C
---

D
---

где:

A
---

 – дополнительные опции (могут отсутствовать)

I – дополнительная герметизация разъема;

M – горнорудное исполнение;

L – корпус из нержавеющей стали 316L;

Y – максимальное отклонение действительного коэффициента преобразования от номинального значения:  $\pm 5\%$ .

S – с боковым разъёмом;

R
---

 – номинальный коэффициент преобразования, мВ/г

010 – номинальный коэффициент преобразования 10 мВ/г (1,02 мВ/(м·с<sup>-2</sup>));

030 – номинальный коэффициент преобразования 30 мВ/г (3,06 мВ/(м·с<sup>-2</sup>));

050 – номинальный коэффициент преобразования 50 мВ/г (5,1 мВ/(м·с<sup>-2</sup>));

100 – номинальный коэффициент преобразования 100 мВ/г (10,2 мВ/(м·с<sup>-2</sup>));

250 – номинальный коэффициент преобразования 250 мВ/г (25,48 мВ/(м·с<sup>-2</sup>));

500 – номинальный коэффициент преобразования 500 мВ/г (50,97 мВ/(м·с<sup>-2</sup>));

C
---

 – разъём/кабель

01 – интегрированный кабель PUR в полиуретановой изоляции;

02 – интегрированный кабель в металлической оплетке;

07 – интегрированный силиконовый кабель;

08 – интегрированный кабель с пожаробезопасной изоляцией;

50 – разъём 2 Pin MS (2 Pin Mil, 2 Pin Mil-C-5015);

54 – разъём M12;

D
---

 – Крепежная резьба

01 – ¼-28” UNF отверстие;

02 – ¼-28” UNF шпилька;

06 – M6×1 мм шпилька;

08 – M8×1.25 мм шпилька;

10 – M10×1.5 мм шпилька;

## Структурная схема 1 – Код исполнения вибропреобразователей модификации HS-100

Вибропреобразователи модификации HS-105 выпускаются в исполнениях, приведенных на структурной схеме 2.

HS-105 A B C D

где:

A – дополнительные опции (могут отсутствовать)

I – дополнительная герметизация разъема;

Y – максимальное отклонение действительного коэффициента преобразования от номинального значения:  $\pm 5\%$ .

S – с боковым разъемом;

B – номинальный коэффициент преобразования, мВ/г

010 – номинальный коэффициент преобразования 10 мВ/г ( $1,02 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

030 – номинальный коэффициент преобразования 30 мВ/г ( $3,06 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

050 – номинальный коэффициент преобразования 50 мВ/г ( $5,1 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

100 – номинальный коэффициент преобразования 100 мВ/г ( $10,2 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

250 – номинальный коэффициент преобразования 250 мВ/г ( $25,48 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

500 – номинальный коэффициент преобразования 500 мВ/г ( $50,97 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

C – разъем/кабель

04 – интегрированный кабель с рабочим диапазоном температур до  $150^\circ\text{C}$ ;

05 – интегрированный кабель с рабочим диапазоном температур до  $250^\circ\text{C}$ ;

D – Крепежная резьба

01 –  $\frac{1}{4}$ -28" UNF отверстие;

02 –  $\frac{1}{4}$ -28" UNF шпилька;

06 – M6×1 мм шпилька;

08 – M8×1.25 мм шпилька;

10 – M10×1.5 мм шпилька;

## Структурная схема 2 – Код исполнения вибропреобразователей модификации HS-105



Вибропреобразователи модификации HS-150 выпускаются в исполнениях, приведенных на структурной схеме 3.

HS-150 A B C D

где:

A – дополнительные опции (могут отсутствовать)

I – дополнительная герметизация разъема;

M – горнорудное исполнение;

L – корпус из нержавеющей стали 316L;

Y – максимальное отклонение действительного коэффициента преобразования от номинального значения:  $\pm 5\%$ .

S – с боковым разъемом;

B – номинальный коэффициент преобразования, мВ/г

010 – номинальный коэффициент преобразования 10 мВ/г ( $1,02 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

030 – номинальный коэффициент преобразования 30 мВ/г ( $3,06 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

050 – номинальный коэффициент преобразования 50 мВ/г ( $5,1 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

100 – номинальный коэффициент преобразования 100 мВ/г ( $10,2 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

250 – номинальный коэффициент преобразования 250 мВ/г ( $25,48 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

500 – номинальный коэффициент преобразования 500 мВ/г ( $50,97 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

C – разъем/кабель

01 – интегрированный кабель PUR в полиуретановой изоляции;

02 – интегрированный кабель в металлической оплетке;

07 – интегрированный силиконовый кабель;

08 – интегрированный кабель с пожаробезопасной изоляцией;

50 – разъем 2 Pin MS (2 Pin Mil, 2 Pin Mil-C-5015);

54 – разъем M12;

D – Крепежная резьба

01 –  $\frac{1}{4}$ -28" UNF отверстие;

02 –  $\frac{1}{4}$ -28" UNF шпилька;

06 – M6×1 мм шпилька;

08 – M8×1.25 мм шпилька;

10 – M10×1.5 мм шпилька;

Структурная схема 3 – Код исполнения вибропреобразователей модификации HS-150



Вибропреобразователи модификации HS-170 выпускаются в исполнениях, приведенных на структурной схеме 4.

HS-170 A B C D

где:

A – дополнительные опции (могут отсутствовать)

I – дополнительная герметизация разъема;

L – корпус из нержавеющей стали 316L;

S – с боковым разъемом;

M – горнорудное исполнение;

Y – максимальное отклонение действительного коэффициента преобразования от номинального значения:  $\pm 5\%$ .

B – номинальный коэффициент преобразования, мВ/г

010 – номинальный коэффициент преобразования 10 мВ/г ( $1,02 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

030 – номинальный коэффициент преобразования 30 мВ/г ( $3,06 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

050 – номинальный коэффициент преобразования 50 мВ/г ( $5,1 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

100 – номинальный коэффициент преобразования 100 мВ/г ( $10,2 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

250 – номинальный коэффициент преобразования 250 мВ/г ( $25,48 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

500 – номинальный коэффициент преобразования 500 мВ/г ( $50,97 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

C – разъем/кабель

02 – интегрированный кабель в металлической оплетке;

08 – интегрированный кабель с пожаробезопасной изоляцией;

50 – разъем 2 Pin MS (2 Pin Mil, 2 Pin Mil-C-5015);

54 – разъем M12;

D – Крепежная резьба

01 –  $\frac{1}{4}$ -28" UNF отверстие;

02 –  $\frac{1}{4}$ -28" UNF шпилька;

06 – M6×1 мм шпилька;

08 – M8×1.25 мм шпилька;

10 – M10×1.5 мм шпилька;

Структурная схема 4 – Код исполнения вибропреобразователей модификации HS-170

Вибропреобразователи модификации HS-172 выпускаются в исполнениях, приведенных на структурной схеме 5.

HS-172 A B C D

где:

A – дополнительные опции (могут отсутствовать)

AL – алюминиевый корпус;

F – с фильтрацией;

R- вертикальный разъем;

B – номинальный коэффициент преобразования, мВ/г

010 – номинальный коэффициент преобразования 10 мВ/г ( $1,02 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

030 – номинальный коэффициент преобразования 30 мВ/г ( $3,06 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

050 – номинальный коэффициент преобразования 50 мВ/г ( $5,1 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

100 – номинальный коэффициент преобразования 100 мВ/г ( $10,2 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

250 – номинальный коэффициент преобразования 250 мВ/г ( $25,48 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

500 – номинальный коэффициент преобразования 500 мВ/г ( $50,97 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

C – разъем/кабель

50 – разъем 2 Pin MS

54 – разъем M12;

D – Крепежная резьба

02 –  $\frac{1}{4}$ -28" UNF шпилька;

06 – M6×1 мм шпилька;

08 – M8×1.25 мм шпилька;

Структурная схема 5 – Код исполнения вибропреобразователей модификации HS-172

Вибропреобразователи модификации HS-173 выпускаются в исполнениях, приведенных на структурной схеме 6.

HS-173 A B C D

где:

A – дополнительные опции (могут отсутствовать)

I – дополнительная герметизация разъема;

A – горнорудное исполнение;

AL – алюминиевый корпус;

F – с фильтрацией;

R- вертикальный разъем;

B – номинальный коэффициент преобразования, мВ/г

010 – номинальный коэффициент преобразования 10 мВ/г ( $1,02 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

030 – номинальный коэффициент преобразования 30 мВ/г ( $3,06 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

050 – номинальный коэффициент преобразования 50 мВ/г ( $5,1 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

100 – номинальный коэффициент преобразования 100 мВ/г ( $10,2 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

250 – номинальный коэффициент преобразования 250 мВ/г ( $25,48 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

500 – номинальный коэффициент преобразования 500 мВ/г ( $50,97 \text{ мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$ );

C – разъем/кабель

01 – интегрированный кабель PUR в полиуретановой изоляции;

54 – разъем M12;

D – Крепежная резьба

02 –  $\frac{1}{4}$ -28" UNF шпилька;

06 – M6×1 мм шпилька;

08 – M8×1.25 мм шпилька;

Структурная схема 6 – Код исполнения вибропреобразователей модификации HS-173



Вибропреобразователи модификации HS-180 выпускаются в исполнениях, приведенных на структурной схеме 7.

HS-180 A B C D

где:

A – дополнительные опции (могут отсутствовать)

F – с фильтрацией;

L – корпус из нержавеющей стали 316L;

S – с боковым разъёмом;

Y – максимальное отклонение действительного коэффициента преобразования от номинального значения:  $\pm 5\%$ .

B – номинальный коэффициент преобразования, мВ/г

010 – номинальный коэффициент преобразования 10 мВ/г ( $1,02 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

100 – номинальный коэффициент преобразования 100 мВ/г ( $10,2 \text{ мВ}/(\text{м}\cdot\text{с}^{-2})$ );

C – разъем/кабель

01 – интегрированный кабель PUR (пенополиуретан);

07 – интегрированный силиконовый кабель;

08 – интегрированный кабель с пожаробезопасной изоляцией;

50 – разъем 2 Pin MS (2 Pin Mil, 2 Pin Mil-C-5015);

54 – разъем M12;

D – Крепежная резьба

02 –  $\frac{1}{4}$ -28" UNF шпилька;

06 – M6×1 мм шпилька;

Структурная схема 7 – Код исполнения вибропреобразователей модификации HS-180

Вибропреобразователи пьезоэлектрические (пьезоакселерометры) с выходным сигналом, пропорциональным виброскорости модификации HS-420 выпускаются в исполнениях, приведенных на структурной схеме 8. Принцип действия преобразователя основан на измерении сигнала, пропорционального виброускорению и дальнейшего преобразования в унифицированный сигнал, пропорциональный виброскорости.

HS-420 

A	B	C	D
---	---	---	---

где:

A
---

 – дополнительные опции (могут отсутствовать)

F – с фильтрацией;

I – дополнительная герметизация разъема;

L – корпус из нержавеющей стали 316L;

S – с боковым разъемом;

M – горнорудное исполнение;

P – диапазон измерения пикового значения виброскорости;

PP – диапазон измерения размаха виброскорости;

B
---

 – Диапазон измерения виброскорости (указан диапазон измерения СКЗ виброскорости, если в дополнительной опции A не указано другое значение параметра), мм/с

010 – диапазон измерений от 0,1 до 10 мм/с;

020 – диапазон измерений от 0,1 до 20 мм/с;

025 – диапазон измерений от 0,1 до 25 мм/с;

050 – диапазон измерений от 0,1 до 50 мм/с;

100 – диапазон измерений от 0,1 до 100 мм/с;

C
---

 – разъем/кабель

01 – интегрированный кабель PUR в полиуретановой изоляции;

02 – интегрированный кабель в металлической оплетке;

07 – интегрированный кабель в силиконовой изоляции;

08 – интегрированный кабель в огнестойкой изоляции;

50 – разъем 2 Pin MS (2 Pin Mil, 2 Pin Mil-C-5015);

54 – разъем M12;

D
---

 – Крепежная резьба

01 – ¼-28" UNF отверстие;

02 – ¼-28" UNF шпилька;

05 – быстросъемное Quick Fit отверстие;

06 – M6×1 мм шпилька;

08 – M8×1.25 мм шпилька;

10 – M10×1.5 мм шпилька;

Структурная схема 8 – Код исполнения вибропреобразователей модификации HS-420

Вибропреобразователи модификации HS-421 выпускаются в исполнениях, приведенных на структурной схеме 9.

HS-421 

А
---

В
---

С
---

D
---

где:

А
---

 – дополнительные опции (могут отсутствовать)

I – дополнительная герметизация разъема;

L – корпус из нержавеющей стали 316L;

M – горнорудное исполнение;

P – диапазон измерения пикового значения виброскорости;

PP – диапазон измерения размаха виброскорости;

S – с боковым разъёмом;

В
---

 – Диапазон измерения виброскорости (указан диапазон измерения СКЗ виброскорости, если в дополнительной опции А не указано другое значение параметра), мм/с

010 – диапазон измерений от 0,1 до 10 мм/с;

020 – диапазон измерений от 0,1 до 20 мм/с;

025 – диапазон измерений от 0,1 до 25 мм/с;

050 – диапазон измерений от 0,1 до 50 мм/с;

100 – диапазон измерений от 0,1 до 100 мм/с;

С
---

 – разъем/кабель

01 – интегрированный кабель PUR в полиуретановой изоляции;

02 – интегрированный кабель в металлической оплетке;

07 – интегрированный кабель в силиконовой изоляции;

08 – интегрированный кабель в огнестойкой изоляции;

50 – разъем 2 Pin MS (2 Pin Mil, 2 Pin Mil-C-5015);

54 – разъем M12;

D
---

 – Крепежная резьба

01 – ¼-28" UNF отверстие;

02 – ¼-28" UNF шпилька;

05 – быстросъемное Quick Fit отверстие;

06 – M6×1 мм шпилька;

08 – M8×1.25 мм шпилька;

10 – M10×1.5 мм шпилька;

Структурная схема 9 – Код исполнения вибропреобразователей модификации HS-421/



Вибропреобразователи модификации HS-422 выпускаются в исполнениях, приведенных на структурной схеме 10.

HS-422- A B C D

где:

A – дополнительные опции (могут отсутствовать)

S – с боковым разъемом;

I – дополнительная герметизация разъема;

L – корпус из нержавеющей стали 316L;

M – горнорудное исполнение;

P – диапазон измерения пикового значения виброскорости;

PP – диапазон измерения размаха виброскорости;

B – Диапазон измерения виброускорения (указан диапазон измерения СКЗ, если в дополнительной опции A не указано другое значение параметра), g

001 – диапазон измерений от 0 до 1,0 g;

002 – диапазон измерений от 0 до 2,0 g;

005 – диапазон измерений от 0 до 5,0 g;

010 – диапазон измерений от 0 до 10,0 g;

100 – диапазон измерений от 0 до 100,0 g;

C – разъем/кабель

01 – интегрированный кабель PUR в полиуретановой изоляции;

02 – интегрированный кабель в металлической оплетке;

07 – интегрированный кабель в силиконовой изоляции;

08 – интегрированный кабель в огнестойкой изоляции;

50 – разъем 2 Pin MS (2 Pin Mil, 2 Pin Mil-C-5015);

54 – разъем M12;

D – Крепежная резьба

01 – ¼-28” UNF отверстие;

02 – ¼-28” UNF шпилька;

05 – быстросъемное Quick Fit отверстие;

06 – M6×1 мм шпилька;

08 – M8×1.25 мм шпилька;

10 – M10×1.5 мм шпилька;

Структурная схема 10 – Код исполнения вибропреобразователей модификации HS-422

При проведении поверки вибропреобразователей пьезоэлектрические HS, используется метод прямых измерений. При поверке датчиков вибрации, должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого СИ к Государственному первичному эталону единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела (ГЭТ 58-2018) 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.

При проведении поверки вибропреобразователей пьезоэлектрических HS для вибропреобразователей модификации HS-100 исполнений HS-100x010xxxx, HS-100x030xxxx; модификации HS-105 исполнений HS-105x010xxxx, HS-105x030xxxx; модификации HS-150 исполнений HS-150x010xxxx, HS-150x030xxxx; модификации HS-170 исполнений HS-170x010xxxx, HS-170x030xxxx; модификации HS-172 исполнений HS-172x010xxxx, HS-

172х030хххх; модификации HS-173 исполнений HS-173х010хххх, HS-173х030хххх; модификации HS-180 исполнений HS-180х010хххх, используется метод прямых измерений. При поверке датчиков вибрации, должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого СИ к Государственному первичному специальному эталону единиц ускорения при ударном движении (ГЭТ 57-84) по Государственной поверочной схеме для средств измерений ускорения, скорости и силы при ударном движении, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 ноября 2021 г. № 2537.

Допускается возможность проведения поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений частот и амплитуд с указанием объема выполненной поверки в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений и в свидетельстве о поверке.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики:

Таблица 1 – Метрологические характеристики вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-100

Наименование характеристики	Значения
Номинальные значение коэффициента преобразования на базовой частоте 160 Гц, мВ/(м·с <sup>-2</sup> )	
- для исполнения HS-100х010хххх	1,02
- для исполнения HS-100х030хххх	3,06
- для исполнения HS-100х050хххх	5,1
- для исполнения HS-100х100хххх	10,2
- для исполнения HS-100х250хххх	25,48
- для исполнения HS-100х500хххх	50,97
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 160 Гц, %	
- для всех исполнений кроме HS-100Yхххххххх	±10
- для исполнения HS-100Yхххххххх	±5
Диапазоны измерений амплитудного значения виброускорения, м/с <sup>2</sup>	
- для исполнения HS-100х010хххх	от 0,5 до 2000
- для исполнения HS-100х030хххх	от 0,5 до 2000
- для исполнения HS-100х050хххх	от 0,5 до 1570
- для исполнения HS-100х100хххх	от 0,5 до 785
- для исполнения HS-100х250хххх	от 0,5 до 314
- для исполнения HS-100х500хххх	от 0,5 до 157
Диапазоны измерений пикового ударного ускорения, м/с <sup>2</sup>	
- для исполнения HS-100х010хххх	от 196 до 7848
- для исполнения HS-100х030хххх	от 196 до 2452
Диапазон рабочих частот, Гц	от 1,0 до 5000
Нелинейность амплитудной характеристики, %, не более	± 5
Диапазон рабочих частот с неравномерностью амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 160 Гц:	
- не более ±10 %, Гц	от 10 до 1000
- не более ±2 дБ, Гц	от 5,0 до 3000
- не более ±3 дБ, Гц	от 1,0 до 5000
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5



Таблица 2 – Метрологические характеристики вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-105

Наименование характеристики	Значения
Номинальные значение коэффициента преобразования на базовой частоте 160 Гц, мВ/(м·с <sup>-2</sup> ) - для исполнения HS-105x010xxxx - для исполнения HS-105x030xxxx - для исполнения HS-105x050xxxx - для исполнения HS-105x100xxxx - для исполнения HS-105x250xxxx - для исполнения HS-105x500xxxx	1,02 3,06 5,1 10,2 25,48 50,97
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 160 Гц, % - для всех исполнений кроме HS-105Yxxxxxxx - для исполнения HS-105Yxxxxxxx	±10 ±5
Диапазоны измерений амплитудного значения виброускорения, м/с <sup>2</sup> - для исполнения HS-105x010xxxx - для исполнения HS-105x030xxxx - для исполнения HS-105x050xxxx - для исполнения HS-105x100xxxx - для исполнения HS-105x250xxxx - для исполнения HS-105x500xxxx	от 0,5 до 2000 от 0,5 до 2000 от 0,5 до 1570 от 0,5 до 785 от 0,5 до 314 от 0,5 до 157
Диапазоны измерений пикового ударного ускорения, м/с <sup>2</sup> - для исполнения HS-105x010xxxx - для исполнения HS-105x030xxxx	от 196 до 7848 от 196 до 2452
Диапазон рабочих частот, Гц	от 1,0 до 5000
Нелинейность амплитудной характеристики, %, не более	± 5
Диапазон рабочих частот с неравномерностью амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 160 Гц: - не более ±10 %, Гц - не более ±2 дБ, Гц - не более ±3 дБ, Гц	от 10 до 1000 от 5,0 до 3000 от 1,0 до 5000
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5



Таблица 3 – Метрологические характеристики вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-150

Наименование характеристики	Значения
Номинальные значение коэффициента преобразования на базовой частоте 160 Гц, мВ/(м·с <sup>-2</sup> )	
- для исполнения HS-150x010xxxx	1,02
- для исполнения HS-150x030xxxx	3,06
- для исполнения HS-150x050xxxx	5,1
- для исполнения HS-150x100xxxx	10,2
- для исполнения HS-150x250xxxx	25,48
- для исполнения HS-150x500xxxx	50,97
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 160 Гц, %	
- для всех исполнений кроме HS-150Yxxxxxxx	±10
- для исполнения HS-150Yxxxxxxx	±5
Диапазоны измерений амплитудного значения виброускорения, м/с <sup>2</sup>	
- для исполнения HS-150x010xxxx	от 0,5 до 2000
- для исполнения HS-150x030xxxx	от 0,5 до 2000
- для исполнения HS-150x050xxxx	от 0,5 до 1570
- для исполнения HS-150x100xxxx	от 0,5 до 785
- для исполнения HS-150x250xxxx	от 0,5 до 314
- для исполнения HS-150x500xxxx	от 0,5 до 157
Диапазоны измерений пикового ударного ускорения, м/с <sup>2</sup>	
- для исполнения HS-150x010xxxx	от 196 до 7848
- для исполнения HS-150x030xxxx	от 196 до 2452
Диапазон рабочих частот, Гц	от 1,0 до 5000
Нелинейность амплитудной характеристики, %, не более	± 5
Диапазон рабочих частот с неравномерностью амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 160 Гц:	
- не более ±10 %, Гц	от 10 до 1000
- не более ±2 дБ, Гц	от 5,0 до 3000
- не более ±3 дБ, Гц	от 1,0 до 5000
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5

Таблица 4 – Метрологические характеристики вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-170

Наименование характеристики	Значения
Номинальное значение коэффициента преобразования на базовой частоте 160 Гц, мВ/(м·с <sup>-2</sup> ) - для исполнения HS-170x010xxxx - для исполнения HS-170x030xxxx - для исполнения HS-170x050xxxx - для исполнения HS-170x100xxxx - для исполнения HS-170x250xxxx - для исполнения HS-170x500xxxx	1,02 3,06 5,1 10,2 25,48 50,97
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 160 Гц, % - для всех исполнений кроме HS-170Yxxxxxxxx - для исполнения HS-170Yxxxxxxxx	±10 ±5
Диапазоны измерений амплитудного значения виброускорения, м/с <sup>2</sup> - для исполнения HS-170x010xxxx - для исполнения HS-170x030xxxx - для исполнения HS-170x050xxxx - для исполнения HS-170x100xxxx - для исполнения HS-170x250xxxx - для исполнения HS-170x500xxxx	от 0,5 до 2000 от 0,5 до 2000 от 0,5 до 1570 от 0,5 до 785 от 0,5 до 314 от 0,5 до 157
Диапазоны измерений пикового ударного ускорения, м/с <sup>2</sup> - для исполнения HS-170x010xxxx - для исполнения HS-170x030xxxx	от 196 до 7848 от 196 до 2452
Диапазон рабочих частот, Гц	от 1,0 до 5000
Нелинейность амплитудной характеристики, %, не более	± 5
Диапазон рабочих частот с неравномерностью амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 160 Гц: - не более ±10 %, Гц - не более ±2 дБ, Гц - не более ±3 дБ, Гц	от 10 до 1000 от 5,0 до 3000 от 1,0 до 5000
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5



Таблица 5 – Метрологические характеристики вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-172

Наименование характеристики	Значения
Номинальные значение коэффициента преобразования на базовой частоте 160 Гц, мВ/(м·с <sup>-2</sup> ) - для исполнения HS-172x010xxxx - для исполнения HS-172x030xxxx - для исполнения HS-172x050xxxx - для исполнения HS-172x100xxxx - для исполнения HS-172x250xxxx - для исполнения HS-172x500xxxx	1,02 3,06 5,1 10,2 25,48 50,97
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 160 Гц, % - для всех исполнений кроме HS-170Yxxxxxxx - для исполнения HS-170Yxxxxxxx	±10 ±5
Диапазоны измерений амплитудного значения виброускорения, м/с <sup>2</sup> - для исполнения HS-172x010xxxx - для исполнения HS-172x030xxxx - для исполнения HS-172x050xxxx - для исполнения HS-172x100xxxx - для исполнения HS-172x250xxxx - для исполнения HS-172x500xxxx	от 0,5 до 2000 от 0,5 до 2000 от 0,5 до 1570 от 0,5 до 785 от 0,5 до 314 от 0,5 до 157
Диапазоны измерений пикового ударного ускорения, м/с <sup>2</sup> - для исполнения HS-172x010xxxx - для исполнения HS-172x030xxxx	от 196 до 7848 от 196 до 2452
Диапазон рабочих частот, Гц	от 0,8 до 5000
Нелинейность амплитудной характеристики, %, не более	± 5
Диапазон рабочих частот с неравномерностью амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 160 Гц: - не более ±10 %, Гц - не более ±2 дБ, Гц - не более ±3 дБ, Гц	от 10 до 1000 от 5,0 до 3000 от 0,8 до 5000
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5
Примечание: Метрологические характеристики нормированы для измерительных осей X, Y	



Таблица 6 – Метрологические характеристики вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-173

Наименование характеристики	Значения
Номинальные значение коэффициента преобразования на базовой частоте 160 Гц, мВ/(м·с <sup>-2</sup> ) - для исполнения HS-173x010xxxx - для исполнения HS-173x030xxxx - для исполнения HS-173x050xxxx - для исполнения HS-173x100xxxx - для исполнения HS-173x250xxxx - для исполнения HS-173x500xxxx	1,02 3,06 5,1 10,2 25,48 50,97
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 160 Гц, %	±10
Диапазоны измерений амплитудного значения виброускорения, м/с <sup>2</sup> - для исполнения HS-173x010xxxx - для исполнения HS-173x030xxxx - для исполнения HS-173x050xxxx - для исполнения HS-173x100xxxx - для исполнения HS-173x250xxxx - для исполнения HS-173x500xxxx	от 0,5 до 2000 от 0,5 до 2000 от 0,5 до 1570 от 0,5 до 785 от 0,5 до 314 от 0,5 до 157
Диапазоны измерений пикового ударного ускорения, м/с <sup>2</sup> - для исполнения HS-173x010xxxx - для исполнения HS-173x030xxxx	от 196 до 7848 от 196 до 2452
Диапазон рабочих частот, Гц	от 0,8 до 5000
Нелинейность амплитудной характеристики, %, не более	± 5
Диапазон рабочих частот с неравномерностью амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 160 Гц: - не более ±10 %, Гц - не более ±2 дБ, Гц - не более ±3 дБ, Гц	от 10 до 1000 от 5,0 до 3000 от 0,8 до 5000
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5
Примечание: Метрологические характеристики нормированы для измерительных осей X, Y, Z	

Таблица 7 – Метрологические характеристики вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-180

Наименование характеристики	Значения
Номинальные значение коэффициента преобразования на базовой частоте 160 Гц, мВ/(м·с <sup>-2</sup> ) - для исполнения HS-180x010xxxx - для исполнения HS-180x100xxxx	1,02 10,2
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 160 Гц, % - для всех исполнений кроме HS-180Yxxxxxxx - для исполнения HS-180Yxxxxxxx	±10 ±5
Диапазоны измерений амплитудного значения виброускорения, м/с <sup>2</sup> - для исполнения HS-180x010xxxx - для исполнения HS-180x100xxxx	от 0,5 до 2000 от 0,5 до 785
Диапазоны измерений пикового ударного ускорения, м/с <sup>2</sup> - для исполнения HS-180x010xxxx	от 196 до 7848
Диапазон рабочих частот, Гц	от 0,8 до 5000
Нелинейность амплитудной характеристики, %, не более	± 5
Диапазон рабочих частот с неравномерностью амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 160 Гц: - не более ±10 %, Гц - не более ±2 дБ, Гц - не более ±3 дБ, Гц	от 10 до 1000 от 5,0 до 3000 от 0,8 до 5000
Относительный коэффициент поперечного преобразования, %, не более	5

Таблица 8 – Метрологические характеристики вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-420

Наименование характеристики	Значения
Номинальные значение коэффициента преобразования на базовой частоте 80 Гц, мА/(мм·с <sup>-1</sup> ) - для исполнения HS-420x010xxxx - для исполнения HS-420x020xxxx - для исполнения HS-420x025xxxx - для исполнения HS-420x050xxxx - для исполнения HS-420x100xxxx	1,6 0,8 0,64 0,32 0,16
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 80 Гц, %	±5
Диапазоны измерений виброскорости, мм/с - для исполнения HS-420x010xxxx - для исполнения HS-420x020xxxx - для исполнения HS-420x025xxxx - для исполнения HS-420x050xxxx - для исполнения HS-420x100xxxx	от 0,5 до 10 от 1 до 20 от 1 до 25 от 1,5 до 50 от 3 до 100
Диапазон рабочих частот, Гц	от 10 до 1000
Диапазон рабочих частот с неравномерностью амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц: - не более ±10 %, Гц - не более ±3 дБ, Гц	от 20 до 750 от 10 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений на базовой частоте 80 Гц, %, не более	± 5



Таблица 9 – Метрологические характеристики вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-421

Наименование характеристики	Значения
Номинальные значение коэффициента преобразования на базовой частоте 80 Гц, мА/(мм·с <sup>-1</sup> ) - для исполнения HS-421x010xxxx - для исполнения HS-421x020xxxx - для исполнения HS-421x025xxxx - для исполнения HS-421x50xxxx - для исполнения HS-421x100xxxx	1,6 0,8 0,64 0,32 0,16
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 80 Гц, %	±5
Диапазоны измерений виброскорости, мм/с - для исполнения HS-421x010xxxx - для исполнения HS-421x020xxxx - для исполнения HS-421x025xxxx - для исполнения HS-421x50xxxx - для исполнения HS-421x100xxxx	от 0,1 до 10 от 0,1 до 20 от 0,1 до 25 от 0,1 до 50 от 0,1 до 100
Диапазоны измерений виброускорения, м/с <sup>2</sup> - для исполнения HS-421x010xxxx - для исполнения HS-421x020xxxx - для исполнения HS-421x025xxxx - для исполнения HS-421x50xxxx - для исполнения HS-421x100xxxx	от 0,1 до 294 от 0,1 до 294 от 0,1 до 294 от 0,1 до 588 от 0,1 до 588
Диапазон рабочих частот, Гц	от 10 до 1000
Диапазон рабочих частот с неравномерностью амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц: - не более ±10 %, Гц - не более ±3 дБ, Гц	от 20 до 750 от 10 до 1000
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений на базовой частоте 80 Гц, %, не более	±5



Таблица 10 – Метрологические характеристики вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-422

Наименование характеристики	Значения
Номинальные значение коэффициента преобразования на базовой частоте 80 Гц, мА/(м·с <sup>2</sup> )	
- для исполнения HS-422x001xxxx	1,6
- для исполнения HS-422x002xxxx	0,8
- для исполнения HS-422x005xxxx	0,32
- для исполнения HS-422x010xxxx	0,16
- для исполнения HS-422x100xxxx	0,016
Пределы допускаемого отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 80 Гц, %	±5
Диапазоны измерений СКЗ виброускорения, м/с <sup>2</sup>	
- для исполнения HS-422x001xxxx	от 0,1 до 9,81
- для исполнения HS-422x002xxxx	от 0,1 до 19,6
- для исполнения HS-422x005xxxx	от 0,1 до 49
- для исполнения HS-422x010xxxx	от 0,1 до 98
- для исполнения HS-422x100xxxx	от 0,1 до 981
Диапазон рабочих частот, Гц	от 10 до 3000
Диапазон рабочих частот с неравномерностью амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц:	
- не более ±10 %, Гц	от 20 до 750
- не более ±3 дБ, Гц	от 10 до 3000
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений на базовой частоте 80 Гц, %, не более	±5

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции указанные в таблице 11.

Таблица 11. Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операций при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
Требования к условию проведения поверки	6	да	да
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 160 Гц для вибропреобразователей модификации HS-100, HS-105, HS-150, HS-170, HS-172, HS-173, HS-180	9.1	да	да
Определение нелинейности амплитудной характеристики на базовой частоте 160 Гц для датчиков вибрации модификации HS-100, HS-105, HS-150, HS-170, HS-172, HS-173, HS-180	9.2	да	нет
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 160 Гц для датчиков вибрации модификации HS-100, HS-105, HS-150, HS-170, HS-172, HS-173, HS-180	9.3	да	да
Определение относительного коэффициента поперечного преобразования для датчиков вибрации модификации HS-100, HS-105, HS-150, HS-170, HS-172, HS-173, HS-180	9.4	да	нет
Определение нелинейности амплитудной характеристики при измерении пикового ударного ускорения для датчиков вибрации: модификации HS-100 исполнений HS-100x010xxxx, HS-100x030xxxx; модификации HS-105 исполнений HS-105x010xxxx, HS-105x030xxxx; модификации HS-150 исполнений HS-150x010xxxx, HS-150x030xxxx; модификации HS-170 исполнений	9.5	да	нет



HS-170x010xxxx, HS-170x030xxxx; модификации HS-172 исполнений HS-172x010xxxx, HS-172x030xxxx; модификации HS-173 исполнений HS-173x010xxxx, HS-173x030xxxx; модификации HS-180 исполнений HS-180x010xxxx;			
Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения и основной погрешности измерений на базовой частоте 80 Гц для вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-420, HS-421, HS-422	9.6	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характери- стики относительно базовой частоты 80 Гц для вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-420, HS-421, HS-422	9.7	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	9.8	да	да
Оформление результатов поверки	10	да	да

#### Примечания:

Поверка вибропреобразователей пьезоэлектрических HS модификаций HS-100, HS-105, HS-150, HS-170, HS-172, HS-173, HS-180 проводится по пунктам 9.1-9.4 настоящей методики поверки. Для вибропреобразователей пьезоэлектрических HS модификации HS-100 исполнений HS-100x010xxxx, HS-100x030xxxx; модификации HS-105 исполнений HS-105x010xxxx, HS-105x030xxxx; модификации HS-150 исполнений HS-150x010xxxx, HS-150x030xxxx; модификации HS-170 исполнений HS-170x010xxxx, HS-170x030xxxx; модификации HS-172 исполнений HS-172x010xxxx, HS-172x030xxxx; модификации HS-173 исполнений HS-173x010xxxx, HS-173x030xxxx; модификации HS-180 исполнений HS-180x010xxxx проводится поверка при первичной поверке дополнительно по п. 9.5.

Поверка вибропреобразователей пьезоэлектрических HS модификаций HS-420, HS-421, HS-422 проводится по п. 9.6-9.7 настоящей методики поверки.

### 3. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 12.

Таблица 12. Средства поверки

Номер пункта поверки	Наименование и тип основных или вспомогательных средств поверки, обозначение документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики.	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии- обозначения типа, модификация
5	Средство измерений температуры от -10 °С до +60 °С с погрешностью не более $\pm 1$ °С; Диапазоны: измерения температуры от -10 до	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13



	+60 °С, ПГ $\pm 0,4$ °С; измерения относительной влажности от 10 до 95 %, ПГ $\pm 3$ %; измерения абсолютного давления от 300 до 1200 гПа, ПГ $\pm 5$ гПа	
9.1 -9.4; 9.6-9.7	Поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 в диапазоне рабочих частот и амплитуд поверяемого СИ	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)
9.5	Поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537 в диапазоне рабочих амплитуд поверяемого СИ	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155-525, (рег. № 68875-17)
9.6-9.7	рабочий эталон 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 в диапазоне измерений от 4 до 20 мА	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)

Допускается применять другие средства поверки, не приведенные в таблице 12, но обеспечивающие определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К поверке допускаются лица имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 12, и ознакомленными с эксплуатационной документацией на поверяемое средство измерения и данной методикой поверки.

#### 5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

#### 6. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $20 \pm 5$  °С
- относительная влажность от 20 до 95 %
- атмосферное давление  $101 \pm 4$  кПа

#### 7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

При внешнем осмотре устанавливают соответствие комплектности и маркировки требованиям эксплуатационной документации, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов. В случае обнаружения несоответствия хотя бы по одному из вышеперечисленных требований поверка прекращается.

## 8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

Проверяют работоспособность датчиков вибрации в соответствии с эксплуатационной документацией.

При подготовке к проведению поверки должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса, электрических разъемов.

В случае несоответствия хотя бы одному из выше указанных требований, Вибропреобразователь считается непригодной к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

Вибропреобразователь должен быть подготовлен к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

## 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1. Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 160 Гц для вибропреобразователей модификации HS-100, HS-105, HS-150, HS-170, HS-172, HS-173, HS-180.

Определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения проводится на эталонной виброустановке. Вибропреобразователь устанавливают на вибровозбудитель эталонной виброустановки. На вибростенде воспроизводят виброускорение амплитудой  $10 \text{ м/с}^2$  на базовой частоте 160 Гц. Определяют действительное значение коэффициента преобразования по формуле (1).

$$K_{\partial} = U_{\text{вых}} / a_{\text{вх}} \text{ (мВ/(м·с}^{-2}\text{))} \quad (1)$$

где:

$U_{\text{вых}}$  – значение напряжения, на выходе поверяемого вибропреобразователя;

$a_{\text{вх}}$  – значение ускорения, заданное на эталонной установке;

Отклонение коэффициента преобразования от номинального значения вычисляют по формуле:

$$\delta = \frac{K_{\partial} - K_n}{K_n} \cdot 100 \quad (\%) \quad (2)$$

где

$K_n$  – номинальное значение коэффициента преобразования испытываемого вибропреобразователя.



9.2. Определение нелинейности амплитудной характеристики на базовой частоте 160 Гц для датчиков вибрации модификации HS-100, HS-105, HS-150, HS-170, HS-172, HS-173, HS-180.

Определение нелинейности амплитудной характеристики определяют на частоте 160 Гц не менее чем в пяти точках диапазона измерения виброускорения, включая верхний и нижний пределы. Испытываемый вибропреобразователь устанавливают на вибровозбудителе эталонной виброустановки. Нелинейность амплитудной характеристики при измерении виброускорения определяют по формуле:

$$\partial = \frac{K_i - K_{cp}}{K_{cp}} * 100, \% \quad (3)$$

где  $K_i$  – коэффициент преобразования при  $i$ -том значении виброускорения;

$K_{cp}$  – среднее значение коэффициента преобразования рассчитанного по всем задаваемым точкам.

9.3. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 160 Гц для датчиков вибрации модификации HS-100, HS-105, HS-150, HS-170, HS-172, HS-173, HS-180.

Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 160 Гц проводится на эталонной виброустановке. Вибропреобразователь устанавливают на вибровозбудитель эталонной виброустановки. На вибростенде воспроизводят виброускорение определенной амплитуды (например,  $10 \text{ м/с}^2$ ) на пяти точках при поверке в поддиапазоне частот от 10 до 1000 Гц и на 9 точках при поверке в расширенном диапазоне частот равномерно расположенных в диапазоне рабочих частот включая верхний, нижний предел измерения и базовую частоту поверяемого поддиапазона (диапазона) измерений. Амплитуду колебаний поддерживают постоянной, на частотах где невозможно воспроизвести поддерживаемую амплитуду допускается задание амплитуды максимально воспроизводимой стендом на данной частоте. Определяют действительное значение коэффициента преобразования по формуле (1) при каждом значении частоты. Неравномерность амплитудно-частотной характеристики определяют по формулам (4-5):

$$\gamma = \frac{K_i - K_{оп}}{K_{оп}} * 100 (\%) \quad (4)$$

$$\gamma = 20 \lg \frac{K_i}{K_{он}} \quad (\text{дБ}) \quad (5)$$

где

$K_i$  – значение коэффициента преобразования на одной из указанных выше частот;

$K_{он}$  – значение коэффициента преобразования на базовой (опорной) частоте.

9.4. Определение относительного коэффициента поперечного преобразования для датчиков вибрации модификации HS-100, HS-105, HS-150, HS-170, HS-172, HS-173, HS-180.

Определение относительного коэффициента поперечного преобразования проводится на эталонной виброустановке при помощи специального переходника.

Вибропреобразователь закрепить на эталонной виброустановке таким образом, чтобы измерительная ось вибропреобразователя, для которой определяется коэффициент поперечного преобразования, была перпендикулярна оси вибратора.

Последовательно поворачивая Вибропреобразователь вокруг измерительной оси, для которой определяется коэффициент поперечного преобразования, на углы  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  зафиксировать в каждом положении значения выходного сигнала.

Измерения проводят на базовой частоте и при значении виброускорения от 20 до 50  $\text{м/с}^2$ .

Значение относительного коэффициента поперечного преобразования определяют по формуле (5):



$$\Delta_{\Pi} = \frac{U_{\text{макс}}}{a_{\text{д}} K_{\text{д}}} 100 \quad (\%) \quad (6)$$

где:

$U_{\text{макс}}$  – максимальное значение напряжения на выходе вибропреобразователя;

$K_{\text{д}}$  – действительное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя, определенное в п.9.1 по формуле (1)

$a_{\text{д}}$  – значение ускорения воспроизводимое на виброустановке.

9.5 Определение нелинейности амплитудной характеристики при измерении пикового ударного ускорения для датчиков вибрации: модификации HS-100 исполнений HS-100x010xxxx, HS-100x030xxxx; модификации HS-105 исполнений HS-105x010xxxx, HS-105x030xxxx; модификации HS-150 исполнений HS-150x010xxxx, HS-150x030xxxx; модификации HS-170 исполнений HS-170x010xxxx, HS-170x030xxxx; модификации HS-172 исполнений HS-172x010xxxx, HS-172x030xxxx; модификации HS-173 исполнений HS-173x010xxxx, HS-173x030xxxx; модификации HS-180 исполнений HS-180x010xxxx.

Поверку проводят на образцовой установке 1-го разряда с пиковым ударным акселерометром. Закрепить испытываемый акселерометр на ударном стенде и воспроизвести ударные импульсы (длительностью импульса от 0,15 до 2,5 мс) не менее чем в пяти точках диапазона измерения пикового ударного ускорения, включая верхний и нижний пределы.

В каждой точке рассчитать значение коэффициента преобразования по формуле (1).

Нелинейность амплитудной характеристики при измерении пикового ударного ускорения определяют по формуле (3).

9.6 Определение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения и основной погрешности измерений на базовой частоте 80 Гц для вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-420, HS-421, HS-422

Вибропреобразователь закрепить на вибростоле эталонной виброустановки.

Подключить Вибропреобразователь к мультиметру в режиме измерения постоянного тока.

Измерить значение тока на выходе вибропреобразователя при отсутствии возбуждения на эталонной виброустановки, который должен лежать в диапазоне от 3,5 до 4,5 мА.

На базовой частоте 80 Гц при помощи эталонной виброустановки воспроизвести верхний предел диапазона измерения подключаемого вибропреобразователя и измерить значение тока на выходе вибропреобразователя.

Полученные значения записать в таблицу 13.

Таблица 13

Задаваемое значение виброскорости и (виброускорения), мм/с (м/с <sup>2</sup> )	Измеренное значение тока на выходе, мА	Рассчитанное значение действительно го коэффициента преобразования, мА/(мм·с <sup>-1</sup> ) (мА/(м·с <sup>-2</sup> ))	Номинальное значение коэффициента преобразования, мА/(мм·с <sup>-1</sup> ) (мА/(м·с <sup>-2</sup> ))	Отклонение действительно го коэффициента преобразования от номинального значения, %	Пределы допустимого отклонения действительно го коэффициента преобразования от номинального значения, %
V <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>				

Действительное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя рассчитать по формуле (11):

$$K_{\text{действ}} = \frac{I_{\text{max}} - I_0}{V_{\text{max}}}, \text{ мА/(мм} \cdot \text{с}^{-1}) \text{ (мА/(м} \cdot \text{с}^{-2}) \text{)} \quad (11)$$

где:

$I_{\text{max}}$  – измеренное значение тока на выходе вибропреобразователя при задании на эталонной виброустановке верхнего предела диапазона измерения подключаемого вибропреобразователя;

$V_{\text{max}}$  – верхний предел диапазона измерения подключаемого вибропреобразователя, мм/с ( $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$ );

$I_0$  – измеренное значение тока на выходе вибропреобразователя при отсутствии возбуждения на эталонной виброустановке.

На эталонной виброустановке воспроизвести значение виброскорости на базовой частоте 80 Гц в пяти точках диапазона измерений включая верхний и нижний предел диапазона измерения испытываемого вибропреобразователя.

Определить измеренное значение виброскорости по испытываемому датчику вибрации по формуле (12):

$$V_{\text{изм}} = \frac{I_i - I_0}{K_{\text{действ}}}, \text{ мм/с} \quad (12)$$

где:

$I_0$  – измеренное значение тока на выходе вибропреобразователя при отсутствии возбуждения на эталонной виброустановке.

$I_i$  – Измеренное значение тока на выходе вибропреобразователя в  $i$ -ой точке измерения.

$K_{\text{действ}}$  – Действительное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя рассчитанное по формуле 10.

Приведенную погрешность измерений для модификации HS-421 и HS-422 рассчитать по формуле (13):

$$\delta = \frac{V_{\text{и}} - V_{\text{д}}}{V_{\text{в.п.}}} * 100, \% \quad (13)$$

Относительную погрешность измерений для модификации HS-420 рассчитать по формуле (14):

$$\delta = \frac{V_{\text{и}} - V_{\text{д}}}{V_{\text{д}}} * 100, \% \quad (14)$$

где:

$V_{\text{д}}$  – задаваемое значение виброскорости по эталонной виброустановке, мм/с;

$V_{\text{и}}$  – измеренное значение виброскорости по испытываемому датчику вибрации (рассчитанное по формуле 12), мм/с;

$V_{\text{в.п.}}$  – верхний предел диапазона измерений испытываемого вибропреобразователя, мм/с;

9.7 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц для вибропреобразователей пьезоэлектрических модификации HS-420, HS-421, HS-422

Вибропреобразователь закрепить на вибростоле эталонной виброустановки.

Подключить Вибропреобразователь к мультиметру в режиме измерения постоянного тока.

Задать на десяти частотах диапазона рабочих частот испытываемого вибропреобразователя включая верхний и нижние границы диапазона постоянное значение уровня виброскорости (виброускорения) (например 10 мм/с ( $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$ ) или 5 мм/с ( $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$ ) – в



зависимости от возможности эталонной виброустановки) и измерить в каждой точке значение тока на выходе испытываемого вибропреобразователя.

Неравномерность АЧХ рассчитать по формуле (15):

$$\delta = \frac{I_i - I_6}{I_6} * 100, \% \quad (15)$$

где:

$I_i$  - значение тока на выходе вибропреобразователя на  $i$ -ой частоте при опорном уровне виброскорости, мА

$I_6$  - значение тока на выходе вибропреобразователя на базовой частоте при опорном уровне виброскорости, мА

#### 9.8 Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Вибропреобразователь считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если он прошел поверку по каждому пункту данной методики и все допустимые значения погрешностей не превышают допустимых значений, указанных в таблицах 1-10.

### 9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1. Вибропреобразователь, прошедший поверку с положительным результатом, признается пригодным и допускается к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

10.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на вибропреобразователь оформляется извещение о непригодности к применению.

10.3. При проведении поверки в сокращенном объеме обязательно должен указываться объем проведенной поверки.

10.4. Результаты поверки вибропреобразователя передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 204  
ФГБУ «ВНИИМС»

 А.Г. Волченко

Инженер 1-й категории  
ФГБУ «ВНИИМС»

 Д.В. Матвеев