



## Руководство по функциональной безопасности изделия SIL2

### Датчик контроля колебаний Серия HE200



- ATEX / IECEx зона 2/22 и 1/21
- cULus OrdLoc / HazLoc Div 2



Это руководство относится к датчикам  
версии не ранее 2.0.

## **Руководство по функциональной безопасности изделия**

### **Датчик контроля колебаний Тип HE200**

Общий стандарт и исполнение ATEX / IECEx

**Издание: 2025-12-04**

#### **Внимание!**

Перед вводом в эксплуатацию устройства изучите руководство по функциональной безопасности.

Все права защищены, в том числе права на перевод.  
Оставляем за собой право на внесение изменений.

По всем вопросам обращайтесь по адресу:

HAUBER-Elektronik GmbH  
Фабрикштрассе, 6  
Нюрtingен, D-72622  
Германия  
Тел.: +49 (0) 7022 / 21750-0  
Факс: +49 (0) 7022 / 21750-50  
[info@hauber-elektronik.de](mailto:info@hauber-elektronik.de)  
[www.hauber-elektronik.de](http://www.hauber-elektronik.de)

## 1 Содержание

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1    | Содержание .....   | 3  |
| 2    | Область действия руководство по функциональной безопасности изделия .....  | 4  |
| 3    | Область применения .....   | 4  |
| 4    | Используемые сокращения .....  | 5  |
| 5    | Соответствующие нормативные документы .....                                | 5  |
| 6    | Требования безопасности .....  | 6  |
| 7    | Проектирование .....   | 7  |
| 7.1  | Функции безопасности .....   | 7  |
| 7.2  | Безопасный режим (Fail Safe State) .....                                   | 7  |
| 7.3  | Коды событий и ошибок .....  | 8  |
| 7.4  | Частые коды событий и ошибок .....   | 9  |
| 7.5  | Выход из безопасного режима .....  | 9  |
| 7.6  | Таблица кодов событий и ошибок .....                                       | 10 |
| 7.7  | Конфигурация безопасного режима (Safe State) .....                         | 11 |
| 7.8  | Описание категорий отказов .....   | 11 |
| 8    | Исключения неисправностей .....  | 11 |
| 9    | Обзор сфер применения .....  | 12 |
| 10   | Примеры заводских табличек .....   | 13 |
| 11   | Подключения .....  | 14 |
| 12   | Монтаж и установка .....   | 16 |
| 13   | Функциональное описание .....  | 16 |
| 13.1 | Рабочие состояния .....  | 17 |
| 13.2 | Режим конфигурации (Настройка сигнала тревоги и предельных значений) ..... | 17 |
| 13.3 | Предельные значения и время задержки .....                                 | 18 |
| 14   | Поведение во время работы и при неисправностях .....                       | 19 |
| 15   | Самодиагностика и периодические проверки .....                             | 20 |
| 16   | Срок службы .....  | 20 |
| 17   | Показатели функциональной безопасности .....                               | 21 |
| 18   | Сертификат соответствия ЕС .....   | 22 |

## **2      Область действия руководство по функциональной безопасности изделия**

Настоящее Руководство по функциональной безопасности изделия для датчика контроля колебаний типа HE200 применимо для вариантов исполнения HE200.00, HE200.01 и HE200.02 с версией датчика 2.0

Функциональные возможности вариантов исполнения идентичны. Варианты исполнения HE200.02 и HE200.01 также имеют сертификаты и маркировку, разрешающие применение во взрывоопасной среде.

## **3      Область применения**

Датчик контроля колебаний типа HE200 предназначен для измерения и контроля абсолютной вибрации подшипников на машинах в соответствии со стандартом DIN ISO 10816. В качестве измеряемой величины используется эффективное значение скорости или ускорения колебаний.

Оценка амплитуды колебаний осуществляется по двум независимым каналам.

Превышение настраиваемого предельного значения колебаний сигнализируется через полупроводниковые переключатели. Эти переключатели можно использовать для генерирования предварительного и основного сигналов тревоги. Кроме того, тип HE200 имеет аналоговый токовый выход. Он обеспечивает постоянный ток 4–20 mA, пропорциональный величине колебаний.

При определении функции безопасности, с использованием характеристик функциональной безопасности, указанных в разделе 5, были учтены полупроводниковые переключатели и токовый выход.

## 4 Используемые сокращения

|                |   |
|----------------|---|
| SIL            | Safety Integrity Level  |
| HFT            | Hardware Fault Tolerance  |
| SFF            | Safe Failure Fraction   |
| CCF            | Common Cause Failures   |
| $PF_{avg}$     | Average Probability of dangerous Failure on Demand  |
| PFH            | Probability of a dangerous Failure per Hour   |
| FMEDA          | Failure Mode, Effects and Diagnostics Analysis  |
| $\lambda_{sd}$ | Rate for safe detected failure  |
| $\lambda_{sd}$ | Rate for safe detected failure  |
| $\lambda_{dd}$ | Rate for safe detected failure  |
| $\lambda_{sd}$ | Rate for safe detected failure  |
| $DC_s$         | Diagnostics Coverage of safe failures; $DC_s = \lambda_{sd}/(\lambda_{sd} + \lambda_{su})$      |
| $DC_D$         | Diagnostics Coverage of dangerous failures; $DC_D = \lambda_{dd}/(\lambda_{dd} + \lambda_{du})$ |
| FIT            | Failure In Time; 1 FIT = 1 failure/10h  |
| MTBF           | Mean Time Between Failure   |
| MTTF           | Mean Time Between Failure   |
| MTTR           | Mean Time Between Failure   |
| CAT            | Category according to EN ISO 13849-1:2023   |

Табл. 1: Используемые сокращения

В документе также используются сокращения и термины, определенные в стандарте IEC 61508-4.

## 5 Соответствующие нормативные документы

IEC 61508 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems. (IEC 61508:2010)  
 ISO 13849-1 Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design (ISO 13849-1:2023); German version EN ISO 13849-1:2023

## 6 Требования безопасности

| Уровень функциональной безопасности | Режим работы с низкой частотой запросов | Режим работы с высокой частотой запросов |
|-------------------------------------|---|--|
| SIL                                 | PFD <sub>avg</sub>                      | PFH                                      |
| 4                                   | $\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$          | $\geq 10^{-9} \dots < 10^{-8}$           |
| 3                                   | $\geq 10^{-4} \dots < 10^{-3}$          | $\geq 10^{-8} \dots < 10^{-7}$           |
| 2                                   | $\geq 10^{-3} \dots < 10^{-2}$          | $\geq 10^{-7} \dots < 10^{-6}$           |
| 1                                   | $\geq 10^{-2} \dots < 10^{-1}$          | $\geq 10^{-6} \dots < 10^{-5}$           |

Табл. 2: Пороговые значения отказа для функции безопасности в зависимости от класса SIL  
(IEC 61508-1, 7.6.2)

| Доля безопасных отказов | Отказоустойчивость аппаратной части для элементов системы безопасности типа В (IEC 61508-2, пункт 7.4.3) |         |         |
|-------------------------|--|---------|---------|
| SFF                     | HFT = 0  | HFT = 1 | HFT = 2 |
| < 60 %                  | не разрешено   | SIL1    | SIL2    |
| 60 % ... < 90 %         | SIL1   | SIL2    | SIL3    |
| 90 % ... < 99 %         | SIL2   | SIL3    | SIL4    |
| ≥ 99 %                  | SIL3   | SIL4    | -       |

Табл. 3: Отказоустойчивость аппаратной части в зависимости от доли безопасных отказов

Датчик контроля колебаний типа HE200 разработан в соответствии со стандартом IEC 61508. Датчик разработан как система с «высокой частотой запросов» (High Demand System). Он соответствует архитектуре 1oo1 с диагностическим покрытием более 90 %. Диагностика выполняется постоянно и автоматически как во время работы, так и в фазе запуска датчика. Датчик обеспечивает долю безопасных отказов (Safe Failure Fraction) в пределах от 90 % до < 99 %, что соответствует сенсорной системе уровня SIL2.

## 7       Проектирование

### 7.1      Функции безопасности

Система включает в себя три функции безопасности.

1.     Если измеренное значение колебаний превышает установленный порог для предварительного сигнала тревоги дольше, чем заданная задержка, бесконтактный полупроводниковый переключатель предварительного сигнала тревоги (контакты Pin 5 и Pin 6) размыкается.
2.     Если измеренное значение колебаний превышает установленный порог для основного сигнала тревоги дольше, чем заданная задержка, бесконтактный полупроводниковый переключатель основного сигнала тревоги (контакты Pin 7 и Pin 8) размыкается.
3.     Аналоговый токовый выход отображает измеренное значение колебаний в диапазоне от 4 до 20 мА.

При этом измеряемое значение колебаний соответствует либо скорости колебаний, либо ускорению колебаний — в зависимости от исполнения датчика.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

---

Если токовый выход превышает 20 мА, следующее в цепи управляющее устройство должно инициировать отключение.

---

### 7.2      Безопасный режим (Fail Safe State)

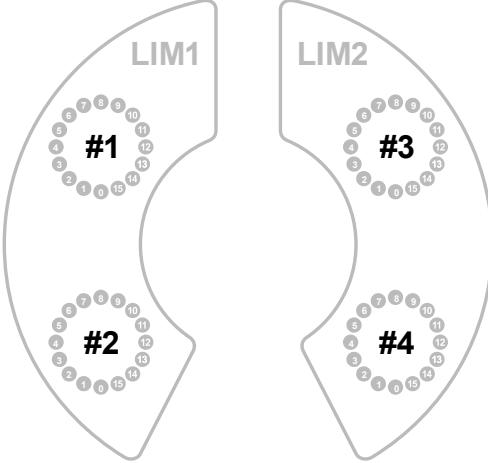
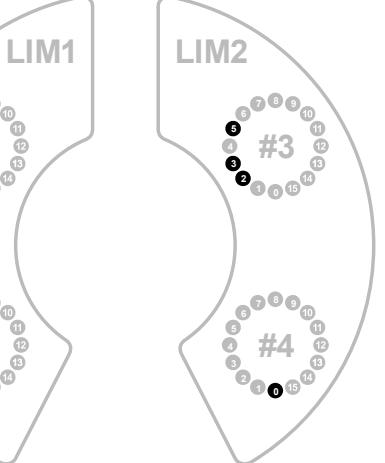
В случае обнаружения неисправности, которую датчик не может устранить автоматически, он переходит в безопасный режим (Fail Safe State). Безопасный режим можно распознать по одновременному проявлению следующих трех признаков:

1.     Все индикаторы состояния включены (красный, желтый, зеленый).
2.     Контакты всех полупроводниковых выключателей разомкнуты (как в состоянии без напряжения или при неисправности).
3.     Аналоговый токовый выход выдает 0 мА.

## 7.3

**Коды событий и ошибок**

В безопасном режиме четыре круга индикаторов отображают четыре последних возникших кода событий и ошибок.

| Коды событий и ошибок – последовательность  | Обычный вид индикаторов при отображении кодов событий и ошибок                      |
|---|---|
|  |  |
| (#1 – новый код, #4 – самый старый код)   |   |

#### 7.4 Частые коды событий и ошибок

Коды событий и ошибок отображаются на круге индикаторов в виде двоичного кода. На круге индикаторов с использованием цифр от 0 до 7 представлен восьмизначный двоичный код. Если какая-либо цифра на круге индикаторов светится, это соответствует двоичной 1. Если цифра на круге индикаторов не светится, это соответствует двоичной 0. Ниже для наглядности приведены четыре наиболее распространенных кода событий и ошибок.

| Круг индикаторов   | Коды | Индикаторы |   |   |   |   |   |   |   | Событие/Ошибка                                    |
|--|------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |      | 7          | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   |
|  | 0x00 | 0          | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Начальное значение                                |
|  | 0x01 | 0          | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Успешный запуск                                   |
|  | 0x3E | 0          | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | Напряжение питания выходит за рамки спецификации  |
|  | 0x46 | 0          | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | Обратное измерение аналогового выхода вне допуска |
| Меры по устранению неисправностей, а также полный перечень кодов ошибок приведены далее. |      |            |   |   |   |   |   |   |   |   |

#### 7.5 Выход из безопасного режима

Чтобы вернуть датчик в нормальный рабочий режим, необходимо выполнить перезапуск питания (Powercycle). Для этого датчик должен быть обесточен не менее чем на 1 секунду.

## 7.6 Таблица кодов событий и ошибок

Для каждой ошибки дополнительной рекомендуемой мерой является перезапуск питания.

| Круг индикаторов   |   |   |   |   |   |   |   |   | Описание кодов событий и ошибок                                | Способ устранения  |  |  |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|
| 7  | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   |  |  |  |  |
| 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Начальное значение  | -  | Проверить напряжение питания                                   |  |  |
| 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Успешный запуск   |  |  |  |  |
| <b>Электропитание</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
| 0  | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | Напряжение питания выходит за рамки спецификации  |  |  |  |  |
| 0  | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | Внутреннее напряжение выходит за рамки спецификации                                     |  |  |  |  |
| 0  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | Внутреннее напряжение выходит за рамки спецификации                                     |  |  |  |  |
| 0  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | Измерение 1 внутреннего напряжения не удалось   |  |  |  |  |
| 0  | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | Измерение 2 внутреннего напряжения не удалось   |  |  |  |  |
| 0  | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | Измерение 3 внутреннего напряжения не удалось   |  |  |  |  |
| <b>Аналоговый выход</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
| 0  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | Обратное измерение аналогового выхода вне допуска                                       | Проверить контакты   | Проверить контакты   |  |  |
| 0  | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | Не удалось выполнить измерение контроля аналогового выхода                              |  |  |  |  |
| <b>Беспотенциальные полупроводниковые выключатели / кодирующий переключатель</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
| 0  | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | Не удалось выполнить измерение контроля беспотенциальных полупроводниковых выключателей | Проверить контакты   | Проверить контакты   |  |  |
| 0  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | Кодирующий переключатель неисправен   |  |  |  |  |
| <b>Температура</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |
| 0  | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | Температура выходит за рамки спецификации   | Проверить температуру окружающей среды и измерительной головки | Проверить температуру окружающей среды и измерительной головки |  |  |
| 0  | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | Измерение 1 температуры не удалось  |  |  |  |  |
| 0  | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | Измерение 2 температуры не удалось  |  |  |  |  |

| Сохранение данных   |   |   |   |   |   |   |   |                              |
|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|
| 0   | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | Ошибка при сохранении данных |
| 0   | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | Ошибка при сохранении данных |
| По всем другим кодам ошибок, пожалуйста, обращайтесь к производителю. |   |   |   |   |   |   |   |                              |

## 7.7

### Конфигурация безопасного режима (Safe State)

Оператор может перевести датчик в режим конфигурации, как описано в руководстве по эксплуатации. Датчик, находящийся в режиме конфигурации, не может считаться безопасным. Только после сохранения конфигурации и перехода датчика в нормальный режим работы функции безопасности активируются в соответствии со спецификацией. Измерительный сигнал становится действительным и соответствующим требованиям к функции безопасности только после выхода из безопасного режима конфигурации.

## 7.8

### Описание категорий отказов

Для оценки поведения датчика контроля колебаний при отказах были рассмотрены следующие определения отказов устройства:

- Безопасный режим (Fail Safe State)  
При возникновении состояния ошибки устройство реагирует переходом в безопасный режим (Fail Safe State)
- Безопасный отказ (Safe Failure,  $\lambda_{sd} + \lambda_{su}$ )  
Безопасный отказ (S) имеет место, когда измерительная система без запроса со стороны процесса переходит в определенное безопасное состояние или в режим неисправности.
- Опасный отказ (Dangerous Failure,  $\lambda_{dd} + \lambda_{du}$ )  
Опасный отказ (D) имеет место, когда измерительная система переходит в опасное или неработоспособное состояние.
- Обнаруженный опасный отказ (Dangerous Detected Failure,  $\lambda_{dd}$ )  
Обнаруженный опасный отказ имеет место, когда при запросе со стороны процесса измерительная система переходит в определенное безопасное состояние или в режим неисправности.
- Необнаруженный опасный отказ (Dangerous Undetected Failure,  $\lambda_{du}$ ):  
Необнаруженный опасный отказ имеет место, когда при запросе со стороны процесса измерительная система не переходит ни в определенное безопасное состояние, ни в режим неисправности.
- Определение режима неисправности (Störmodus):  
Режим неисправности соответствует состоянию тревоги полупроводниковых переключателей.

## 8

### Исключения неисправностей

1. Многополюсное штекерное соединение выбрано в соответствии с ISO 13849-2 (таблица D.7), чтобы исключить возможность короткого замыкания между любыми двумя соседними контактами разъема.

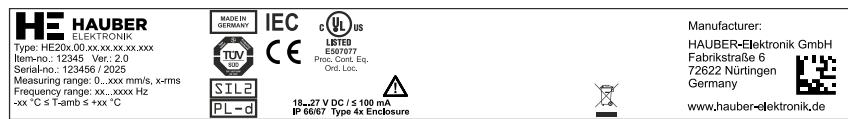
## 9 Обзор сфер применения

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Кодировка   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Подключения   | Штекерный разъем M12  | x   | x |   |   |   |   |   |
|   | Встроенный кабель   |   | x | x | x | x | x | x |
| Температура измерительной головки $T_M$<br>Температура окружающей среды $T_A$               | -40 °C ≤ $T_M$ ≤ 85 °C<br>-40 °C ≤ $T_A$ ≤ 60 °C  | x   | x |   |   | x |   |   |
|   | -35 °C ≤ $T_M$ ≤ 125 °C<br>-35 °C ≤ $T_A$ ≤ 60 °C   |   | x |   | x |   |   |   |
| Ограничения для сферы применения cULus:<br>-30 °C ≤ $T_M$ ≤ 80 °C<br>-30 °C ≤ $T_A$ ≤ 60 °C | -20 °C ≤ $T_M$ ≤ 125 °C<br>-20 °C ≤ $T_A$ ≤ 60 °C   |   |   |   |   |   |   | x |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Стандарт<br>ое  | CE IEC  | x   | x | x | x | x | x | x |
|   |  Proc. Cont. Eq. Ord. Loc  | E507077                                       | x | x | x | x | x | x |
| Взрывоопасная зона 2 и 22   |  II 3G Ex ec IIC T4 Gc<br>II 3D Ex tc IIIC 135°C Dc  | UL 21 ATEX 2570 X;                            |   | x | x |   |   |   |
|   |  Ex ec IIC T4 Gc<br>Ex tc IIIC 135°C Dc  | IECEx ULD 20.0022 Issue 0X;<br>UL-BR 21.1250X |   | x | x |   |   |   |
|   |  Ex ec IIC T4 Gc<br>Ex tc IIIC 135°C DC  | 23-AV4BO-0275X<br>23-AV4BO-0276X              |   | x | x |   |   |   |
|   |  Proc. Cont. Eq. Haz. Loc.<br>Class I, Division 2, Groups A, B, C and D, T4<br>Class II, Division 2 Groups F and G, T4 | E516625                                       |   | x | x |   |   |   |
|   |  Ex nA IIC T4 Gc<br>Ex tD A22 IP66/67 T135°C   | No: 2021122315114599                          |   | x | x |   |   |   |
| Взрывоопасная зона 1 и 21   |  II 2G Ex db IIC T4 Gb<br>II 2D Ex tb IIIC 135°C Db  | UL 20 ATEX 2421 X;                            |   |   |   | x | x |   |
|   |  Ex db IIC T4 Gb<br>Ex tb IIIC 135°C Db  | IECEx ULD 20.0022 Issue 0X;<br>UL-BR 21.1250X |   |   |   | x | x |   |
|   |  Ex db IIC T4 Gb<br>Ex tb IIIC 135°C Db  | 23-AV4BO-0277X<br>23-AV4BO-0278X              |   |   |   | x | x |   |
|   |  Ex d IIC T4 Gb<br>Ex tD A21 IP66/67 T135°C  | No: 2021122315114599                          |   |   |   | x | x |   |

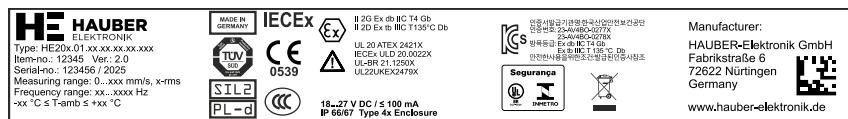
10

## Примеры заводских табличек

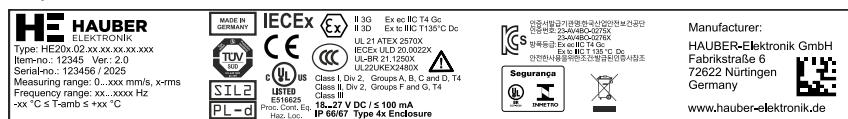
Вариант исполнения 1 - HE200.00.xx.xx.xx.xx.xxx



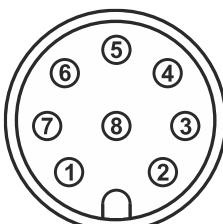
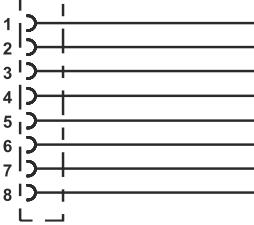
Вариант исполнения 2 - HE200.02.xx.xx.xx.xx.xxx



Вариант исполнения 3 - HE200.01.xx.xx.xx.xx.xxx



## 11 Подключения

|   |                      |  |
|---|----------------------|--|
| Варианты:   | Штекерный разъем M12 |  |
|   | Контакт 1:           | 24 В пост. т.  |
|   | Контакт 2:           | GND  |
|   | Контакт 3:           | Выходной сигнал 4 ... 20 мА                                  |
|   | Контакт 4:           | NC (не подключен)  |
|    | Контакт 5:           | Беспотенциальный полупроводниковый переключатель 1 +         |
|   | Контакт 6:           | Беспотенциальный полупроводниковый переключатель 1 -         |
|   | Контакт 7:           | Беспотенциальный полупроводниковый переключатель 2 +         |
|   | Контакт 8:           | Беспотенциальный полупроводниковый переключатель 2 -         |
| Варианты:   | Встроенный кабель    |  |
|   | Контакт 1:           | Белый 24 В пост. т.  |
|  | Контакт 2:           | Коричневый GND   |
|   | Контакт 3:           | Зеленый Выходной сигнал 4 ... 20 мА                          |
|   | Контакт 4:           | Желтый NC (не подключен)                                     |
|   | Контакт 5:           | Серый Беспотенциальный полупроводниковый переключатель 1 +   |
|   | Контакт 6:           | Розовый Беспотенциальный полупроводниковый переключатель 1 - |
|   | Контакт 7:           | Синий Беспотенциальный полупроводниковый переключатель 2 +   |
|   | Контакт 8:           | Красный Беспотенциальный полупроводниковый переключатель 2 - |

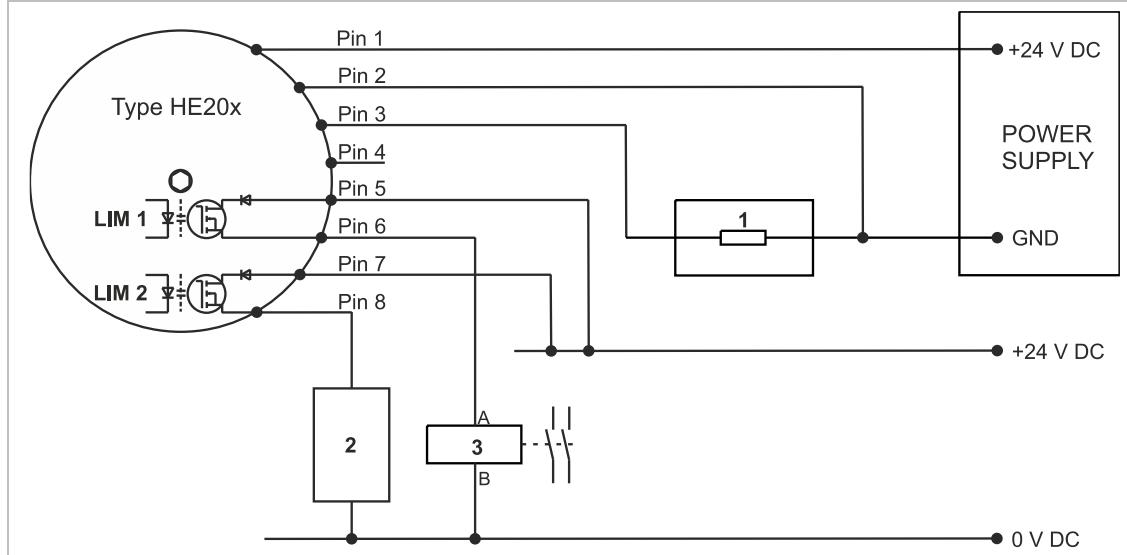
**Схема соединений:**

Рис. 1: Схема соединений

- LIM 1 Бесспотенциальный полупроводниковый переключатель 1 (однонаправленный, контакт 5: +, контакт 6: -)
- LIM 2 Бесспотенциальный полупроводниковый переключатель 2 (однонаправленный, контакт 7: +, контакт 8: -)
- 1 Аналоговый вход (4–20 mA) блока обработки результатов измерения (напр.: контроллер безопасности, ПЛК, ...)
  - 2 Пример применения: цифровой вход (I/O) контроллера безопасности
  - 3 Пример применения: Реле безопасности



Бесспотенциальные полупроводниковые переключатели LIM 1 и LIM 2 в состоянии сигнала тревоги или отсутствия питания прерывают контакт («разомкнуты»).



Если силовой выход не нужен, необходимо контакт 3 (Pin3) соединить с заземлением (GND).

## 12 Монтаж и установка

Необходимо соблюдать указания по монтажу и установке, приведенные в руководстве по эксплуатации. При этом пороговые значения должны быть установлены таким образом, чтобы функция безопасности срабатывала до возникновения повреждения оборудования. В безопасном режиме работы датчик должен питаться от источника SELV.

## 13 Функциональное описание



Во взрывоопасной атмосфере датчик контроля колебаний HE200 разрешается открывать только в обесточенном состоянии.

Тип HE200 имеет два предельных значения Lim1 и LIM2 и связанное с ними время задержки, которые могут быть настроены отдельно. При превышении установленного предельного значения и по истечении заданного времени задержки соответствующий бесконтактный односторонний полупроводниковый переключатель размыкается. Это можно использовать для генерирования предварительного и основного сигналов тревоги.

Последующий выход за нижний предел также сигнализируется на бесконтактных коммутационных контактах 1 и 2, т. е. контакты соответствующего полупроводникового переключателя автоматически замыкаются.

Кроме того, тип HE200 имеет аналоговый токовый выход. Он обеспечивает постоянный ток 4–20 мА, пропорциональный величине колебаний.

## 13.1 Рабочие состояния

| Рабочее состояние                      | Измеряемая величина                             | Полупроводниковый переключатель | Индикаторы состояния       | Круги индикаторов                          |
|--|---|---------------------------------|----------------------------|--|
| OK                                     | $\leq$ Предельное значение                      | Замкнут                         | Зеленый                    | Настройки приняты (светится непрерывно)    |
| ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ                         | $>$ Предельное значение, идет время задержки    | Замкнут                         | Зеленый + желтый           | Настройки приняты (светится непрерывно)    |
| ТРЕВОГА                                | $>$ Предельное значение, время задержки истекло | Разомкнут                       | Красный                    | Настройки приняты (светится непрерывно)    |
| Безопасный режим (Fail Safe State)     | 0 mA  | Разомкнут                       | Красный + желтый + зеленый | Код события и ошибки (светится непрерывно) |
| Режим конфигурации (Config Safe State) | 0 mA  | не задано                       | не задано                  | Настройки не приняты (мигает)              |
| Обесточен                              | 0 mA  | Разомкнут                       | Все светодиоды выключены   | все светодиоды выключены                   |

Табл. 4: Рабочие состояния

## 13.2 Режим конфигурации (Настройка сигнала тревоги и предельных значений)



Пока датчик находится в режиме конфигурации, все функции безопасности отключены.

При кратком нажатии кнопки Save Config (Сохранить конфигурацию) отображается текущая конфигурация с помощью светодиодов вокруг кодирующих переключателей.

Предельные значения и время задержки настраиваются соответствующим кодирующим переключателем. Как только состояние переключателя меняется, все светодиоды начинают мигать. Для сохранения конфигурации нажмите и удерживайте кнопку **Save Config (Сохранить конфигурацию)** в течение трех секунд. О принятии конфигурации сигнализируют светодиоды в выбранном положении кодирующего переключателя, которые непрерывно горят.

Принять конфигурацию можно только когда  $LIM1 \leq LIM2$ .

Через пять минут светодиоды автоматически гаснут.

## 13.3 Предельные значения и время задержки

**Поворотный переключатель SET** имеет 16 положений, представляющих собой предельное значение для сигнала тревоги. Диапазон измерения датчика контроля колебаний разделен на 16 линейно возрастающих ступеней.

Формула следующая:  $Grenzwert = \frac{Messbereich\ Obergrenze}{16} \times SET\ Position$

**Пример:** Настройка предельного значения

Диапазон измерений: 0...32 мм/с

Пол. поворотного 8 (9)  
переключателя SET:

Предельное значение: 16 мм/с (18 мм/с)

| Положение<br>SET ▼ | Предельные значения (мм/с) |                |                |                |                |                |                |                |                    |
|--------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
|                    | 0 – 8<br>мм/с              | 0 – 10<br>мм/с | 0 – 16<br>мм/с | 0 – 20<br>мм/с | 0 – 25<br>мм/с | 0 – 32<br>мм/с | 0 – 50<br>мм/с | 0 – 64<br>мм/с | 0 –<br>128<br>мм/с |
| 0                  | 0,0                        | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0,00           | 0              | 0                  |
| 1                  | 0,5                        | 0,625          | 1              | 1,25           | 1,563          | 2              | 3,13           | 4              | 8                  |
| 2                  | 1,0                        | 1,25           | 2              | 2,5            | 3,125          | 4              | 6,25           | 8              | 16                 |
| 3                  | 1,5                        | 1,875          | 3              | 3,75           | 4,688          | 6              | 9,38           | 12             | 24                 |
| 4                  | 2,0                        | 2,5            | 4              | 5              | 6,25           | 8              | 12,50          | 16             | 32                 |
| 5                  | 2,5                        | 3,125          | 5              | 6,25           | 7,813          | 10             | 15,63          | 20             | 40                 |
| 6                  | 3,0                        | 3,75           | 6              | 7,5            | 9,375          | 12             | 18,75          | 24             | 48                 |
| 7                  | 3,5                        | 4,375          | 7              | 8,75           | 10,938         | 14             | 21,88          | 28             | 56                 |
| 8                  | 4,0                        | 5              | 8              | 10             | 12,5           | 16             | 25,00          | 32             | 64                 |
| 9                  | 4,5                        | 5,625          | 9              | 11,25          | 14,063         | 18             | 28,13          | 36             | 72                 |
| 10                 | 5,0                        | 6,25           | 10             | 12,5           | 15,625         | 20             | 31,25          | 40             | 80                 |
| 11                 | 5,5                        | 6,875          | 11             | 13,75          | 17,188         | 22             | 34,38          | 44             | 88                 |
| 12                 | 6,0                        | 7,5            | 12             | 15             | 18,75          | 24             | 37,50          | 48             | 96                 |
| 13                 | 6,5                        | 8,125          | 13             | 16,25          | 20,313         | 26             | 40,63          | 52             | 104                |
| 14                 | 7,0                        | 8,75           | 14             | 17,5           | 21,875         | 28             | 43,75          | 56             | 112                |
| 15                 | 7,5                        | 9,375          | 15             | 18,75          | 23,438         | 30             | 46,88          | 60             | 120                |

Табл. 5: Предельные значения скорости колебаний

| Положение<br>SET ↓ | Пределевые значения (g) |        |        |        |        |         |
|--------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
|                    | 0..1 g                  | 0..2 g | 0..4 g | 0..6 g | 0..8 g | 0..10 g |
| 0                  | 0                       | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       |
| 1                  | 0,063                   | 0,125  | 0,25   | 0,375  | 0,5    | 0,625   |
| 2                  | 0,125                   | 0,25   | 0,5    | 0,75   | 1      | 1,25    |
| 3                  | 0,188                   | 0,375  | 0,75   | 1,125  | 1,5    | 1,875   |
| 4                  | 0,25                    | 0,5    | 1      | 1,5    | 2      | 2,5     |
| 5                  | 0,313                   | 0,625  | 1,25   | 1,875  | 2,5    | 3,125   |
| 6                  | 0,375                   | 0,75   | 1,5    | 2,25   | 3      | 3,75    |
| 7                  | 0,438                   | 0,875  | 1,75   | 2,625  | 3,5    | 4,375   |
| 8                  | 0,5                     | 1      | 2      | 3      | 4      | 5       |
| 9                  | 0,563                   | 1,125  | 2,25   | 3,375  | 4,5    | 5,625   |
| 10                 | 0,625                   | 1,25   | 2,5    | 3,75   | 5      | 6,25    |
| 11                 | 0,688                   | 1,375  | 2,75   | 4,125  | 5,5    | 6,875   |
| 12                 | 0,75                    | 1,5    | 3      | 4,5    | 6      | 7,5     |
| 13                 | 0,813                   | 1,625  | 3,25   | 4,875  | 6,5    | 8,125   |
| 14                 | 0,875                   | 1,75   | 3,5    | 5,25   | 7      | 8,75    |
| 15                 | 0,938                   | 1,875  | 3,75   | 5,625  | 7,5    | 9,375   |

Табл. 6: Пределевые значения ускорения колебаний

### Время задержки

| Положение<br>TIME          | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6   | 7  | 8    | 9  | 10   | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|----------------------------|---|---|---|---|---|---|-----|----|------|----|------|----|----|----|----|----|
| Время<br>задержки<br>(сек) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7,5 | 10 | 12,5 | 15 | 17,5 | 20 | 25 | 30 | 45 | 60 |

Табл. 7: Время задержки

## 14

### Поведение во время работы и при неисправностях

Регулирующие элементы и параметры устройства не должны изменяться в процессе работы. Если изменения регулирующих элементов или параметров устройства все же производятся во время работы, оператор должен обеспечить безопасность установки. Возникающие неисправности описаны в таблице неисправностей в руководстве по эксплуатации. При выявлении неисправностей датчик контроля колебаний должен быть полностью выведен из эксплуатации, а процесс должен поддерживаться в безопасном состоянии другими мерами. Замена датчика контроля колебаний описана в руководстве по эксплуатации.

## 15      **Самодиагностика и периодические проверки**

Датчик оснащен набором средств самодиагностики, которые подразделяются на две категории.

### 1.      Диагностика при запуске

Эти тесты выполняются только на начальном этапе запуска датчика. В их рамках, среди прочего, проверяются критически важные аппаратные цепи, которые в процессе работы больше не могут быть отключены. Одним из таких критических тестов является диагностика выходов переключения для предварительной и основной сигнализации. Чтобы обеспечить функциональность выходов переключения на протяжении всего срока службы изделия, оператор установки должен ежегодно обеспечивать проведение датчиком контроля колебаний перезапуска (Powercycle).

### 2.      Циклический контроль

Циклический контроль выполняется полностью автоматически и гарантирует, что все тесты, обеспечивающие диагностическое покрытие свыше 90 %, будут проведены и оценены в течение 12 часов.

## 16      **Срок службы**

Срок службы измерительной системы составляет 10 лет.

## 17 Показатели функциональной безопасности

| Категория отказа   | Частота отказов (FIT) |
|--|-----------------------|
| $\Sigma$ л безопасных / обнаруженных безопасных отказов ( $\lambda$ SD)            | 600                   |
| $\Sigma$ л опасных / обнаруженных опасных отказов ( $\lambda$ DD)                  | 350                   |
| $\Sigma$ л без участия компонентов   | 80                    |
| $\Sigma$ л общее   | 1030                  |
| $\Sigma$ л обнаруженных опасных / обнаруженных опасных отказов ( $\lambda$ DD)     | 350                   |
| $\Sigma$ л необнаруженных опасных / необнаруженных опасных отказов ( $\lambda$ DU) | 15                    |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| SFF (тип B) — SF                 | 93,24 %   |
| SIL                              | 2   |
| Уровень обеспечения безопасности | D   |
| Категория                        | 2   |
| PFD                              | $9,2463 \cdot 10^{-4}$  |
| PFH                              | $<2 \cdot 10^{-7}$ 1/ч<br>при средней ожидаемой частоте срабатываний менее 25 раз в год |
| Диагностическое покрытие         | 90 %  |

Табл. 8: Частоты отказов

|                   |  |
|-------------------|--|
| MTTF              | $984898 \text{ч} = 112,43 \text{ лет}$                   |
| DC <sub>avg</sub> | >90% Диагностическое покрытие                            |
| MTTF <sub>d</sub> | $2889526 \text{ч} = 329,85 \text{ лет} = \text{ВЫСОКОЕ}$ |
| CCF               | 95 (выполнено)   |
| Время реакции     | 200 мс   |

Табл. 9: Показатели функциональной безопасности по ISO 13849-1

## 18 Сертификат соответствия ЕС

**Сертификат соответствия**

HAUBER-Elektronik GmbH  
Фабрикштрассе, 6  
Нюрtingен, D-72622

под свою исключительную ответственность заявляет, что перечисленные ниже изделия, на которые распространяется настоящая декларация, соответствуют основным требованиям по технике безопасности и охране здоровья в соответствии с перечисленными ниже директивами и стандартами.

**Серии продуктов**

HE200, HE205

**Приложение ATEX**

UL International Demko A/S в качестве **нотифицированного органа № 0539** в соответствии с Директивой Совета Европейского сообщества от 26 февраля 2014 года (2014/34/EU) удостоверяет, что производитель имеет систему обеспечения качества производства, соответствующую **Приложению IV** к данной Директиве.

**Нанесенная маркировка СЕ**

CE 0539

**Директивы и стандарты**

| Директива ЕС | Стандарты  |
|--------------|--|
| 2014/30/EU/  | EN 61000-6-3:2007<br>+ A1:2011<br>EN 61000-6-2:2005<br>+ AC:2005-09<br>EN 55011:2016<br>+ A1:2017<br>+ A11:2020                |
| Дополнено:   | EN 61000-6-7:2015  |
| 2014/34/EU/  | EN IEC 60079-0:2018<br>+ AC:2020-02<br>EN 60079-1:2014<br>+ AC:2018-09<br>EN IEC 60079-7:2015<br>+ A1:2018<br>EN 60079-31:2014 |
| 2011/65/EU/  | EN IEC 63000:2018  |

**Маркировка и сертификаты**

HE200.02 / HE205.02

| Маркировка                   | Сертификат              |
|------------------------------|-------------------------|
| Ex II 3G Ex ec IIC T4 Gc     | ATEX: UL 21 ATEX 2570 X |
| Ex II 3D Ex tc IIIC 135°C Dc |                         |

HE200.01 / HE205.01

| Маркировка                   | Сертификат                     |
|------------------------------|--------------------------------|
| Ex II 2G Ex db IIC T4 Gb     | ATEX: UL 20 ATEX 2421 X вер. 0 |
| Ex II 2D Ex tb IIIC 135°C Db |                                |

**Подпись**

Нюрtingен, 04.12.2025

Место и дата

Тобиас Бронкаль (Tobias Bronkal), владелец-распорядитель