

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ «ЭЛЕМЕР - АИР – 30М»

Руководство по функциональной безопасности

НКГЖ.406233.064ФБ

**Оглавление:**

<b>Общие сведения .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Сфера действия .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Исполнение устройства.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Область применения.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Проектирование.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1.Функция безопасности и безопасное состояние.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2. Необходимые условия для правильной эксплуатации.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Показатели функциональной безопасности.....</b>	<b>4</b>
<b>4.1. Показатели в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508.....</b>	<b>4</b>
<b>4.2. Дополнительные сведения.....</b>	<b>4</b>
<b>5. Запуск в эксплуатацию.....</b>	<b>5</b>
<b>5.1. Общее.....</b>	<b>5</b>
<b>6. Диагностика и обслуживание.....</b>	<b>5</b>
<b>7. Контрольная проверка .....</b>	<b>6</b>
<b>Приложение А - Протокол проверки .....</b>	<b>7</b>
<b>Приложение В – Определения.....</b>	<b>8</b>

## 1. Общие сведения

Данное руководство по функциональной безопасности разработано в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508-2-2012.

Цель руководства по безопасности состоит в документальном оформлении информации, связанной с применяемыми преобразователями давления измерительными «ЭЛЕМЕР - АИР – 30М», которая необходима для обеспечения интеграции применяемого изделия в систему, или подсистему, или элемент, связанную с безопасностью, в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 61508-2-2012.

## 2. Сфера действия

### 2.1. Исполнение устройства

Данное руководство по безопасности распространяется на преобразователи давления измерительные ЭЛЕМЕР - АИР – 30М в семи модификациях АИР-30М-ОП, АИР-30М-А, АИР-30М-АЕх, АИР-30М-Ех, АИР-30М-Ехd, АИР-30М-Ехdia, АИР-30М- O<sub>2</sub> отличающихся измеряемым параметром. Подробное описание исполнений преобразователей давления описано в руководстве по эксплуатации НКГЖ.406233.064РЭ.

### 2.2. Область применения

Преобразователи давления измерительные «ЭЛЕМЕР-АИР-30М», предназначенные для измерений и непрерывного преобразования значений абсолютного давления, избыточного давления, разности давлений и гидростатического давления жидких и газообразных, а также избыточного давления-разрежения газообразных, в том числе агрессивных сред, включая жидкий и газообразный хлор и хлорсодержащие продукты, газообразный кислород и кислородосодержащие газовые смеси в унифицированный выходной сигнал постоянного тока или напряжения и цифровой сигнал HART-протокола, или в сигналы промышленной сети FOUNDATION fieldbus.

В зависимости от исполнения преобразователи имеют выходные сигналы согласно таблице 1.

Выходной сигнал	Код выходного сигнала при заказе*	Код исполнения согласно таблице 1	Электрическая схема подключения
4–20 мА	42*	ОП, А, АЕх, Ех, Ехd, Ехdia, O <sub>2</sub>	2-х проводная
0–5 мА	05	ОП, А, Ехd, O <sub>2</sub>	4-х проводная
0,8–3,2 В	3В	ОП, А, АЕх, Ех, Ехd, Ехdia, O <sub>2</sub>	3-х проводная
0,5–4,5 В	4В	ОП, А, АЕх, Ех, Ехd, Ехdia, O <sub>2</sub>	3-х проводная
1–5 В	5В	ОП, А, АЕх, Ех, Ехd, Ехdia, O <sub>2</sub>	3-х проводная

Примечания:  
1 - \* Базовое исполнение.  
2 - \*\* Все преобразователи поддерживают HART-интерфейс.

АИР-30М осуществляют функцию сигнализации, в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508, и автоматического регулирования контролируемых параметров с помощью двух типов реле: электромагнитных поляризованных и оптореле.

## 3. Проектирование

### 3.1 Функция безопасности и безопасное состояние

Функцией безопасности является корректное отображение действующего значения давления рабочей среды в единицах выходного сигнала.

### 3.2 Необходимые условия для правильной эксплуатации

- Должны выдерживаться границы условий применения, указанные в руководстве по эксплуатации. Не допускается применение преобразователей для измерения параметров сред, агрессивных по отношению к материалам, контактирующим с измеряемой средой.
- Спецификации согласно данным руководства по эксплуатации, особенно токовая нагрузка выходной цепи, должны выдерживаться в указанных пределах.
- Должны быть приняты во внимание указания в главе 4.2
- Все составные части измерительной цепи должны соответствовать предусмотренному уровню полноты безопасности "Safety Integrity Level (SIL)".

## 4. Показатели функциональной безопасности

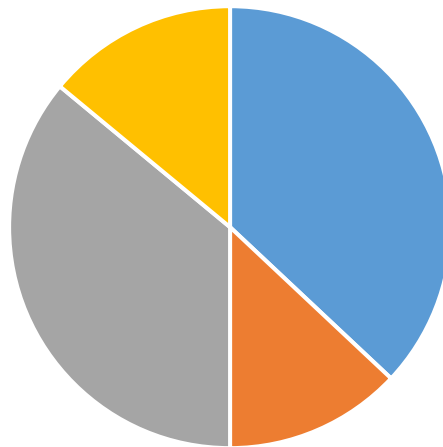
### 4.1 Показатели в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508

Таблица 2

Показатель	Значение
Уровень полноты безопасности (Safety Integrity Level)	SIL2
Устойчивость к отказам аппаратных средств	HFT = 0
Тип устройства	B
Режим работы	С низкой частотой запросов, с высокой частотой запросов
SFF	92%
$\lambda_{du}$	33
$\lambda_{dd}$	87
$\lambda_{sd}$	90
$\lambda_{su}$	32
PFDavg	$1,9 \cdot 10^{-3}$ (TProof = 1 год)
PFH	

Ниже представлена круговая диаграмма по разделениям частоты отказов по типам

Разделение частоты отказов по типам



- Безопасные, обнаруживаемые
- опасные, необнаруживаемые
- опасные, обнаруживаемые
- безопасные необнаруживаемые

#### 4.2 Дополнительные сведения

Частоты отказов устройства определяются посредством FMEDA анализа по с ГОСТ Р МЭК 61508.

В основе расчетов лежат частоты отказов конструктивных элементов по SN 29500. Следующие исходные предпосылки были сделаны при анализе видов, эффектов и диагностики отказов Преобразователей давления измерительных ЭЛЕМЕР - АИР – 30М:

- Интенсивность отказов является постоянной величиной, механизмы естественного износа не учитываются. Распространение отказов не рассматривается.
- Износ механических частей не учитывается.
- Отказы, возникающие в процессе задания параметров не рассматриваются.
- Преобразователи относятся к компоненту типа В по ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012
- Отказом преобразователя, считается невозможность выполнения заявленных функций.
- Среднее время ремонта MTTR составляет 8 часов.
- Интенсивность отказов внешнего источника питания не учитывалась.
- Приведенные интенсивности отказов соответствуют типичным условиям эксплуатации на промышленных предприятиях, описанным в стандарте МЭК 60654-1, класс С, при средней температуре за длительный период

времени 40°C. В случае более высокой средней температуры 80°C интенсивности отказов должны быть умножены на поправочный коэффициент 2.5, полученный на основе статистики. Подобный коэффициент должен использоваться, если имеют место частые изменения температуры.

Приведенные выше значения для PFDAVG были рассчитаны для архитектуры 1oo1 следующим образом:

$$PFDAvg = \frac{\beta \cdot \lambda_{du} \cdot T_{proof}}{2} + \lambda_{dd} \cdot MTTR + \frac{(1 - \beta) \cdot \lambda_{du} \cdot LT}{2}$$

где:  $\beta$  – эффективность теста по выявлению опасных отказов (принято 0,9)

$\lambda_{du}$  - интенсивность необнаруженных опасных отказов

$T_{proof}$  - время между проведением проверочных диагностических тестов

$\lambda_{dd}$  - интенсивность обнаруженных опасных отказов

MTTR – среднее время ремонта (8 часов)

LT – средний срок службы изделия (15 лет)

## **5. Запуск в эксплуатацию**

### **5.1. Общее**

Требуется выполнять содержащиеся в руководстве по эксплуатации НКГЖ.406233.064РЭ рекомендации по монтажу и подключению.

### **6. Диагностика и обслуживание.**

Цифровой сигнал, для связи и проверки параметров преобразователя, может приниматься и обрабатываться любым устройством, поддерживающим HART-протокол.

Примечание – Выходной сигнал преобразователя не является безопасным в следующих случаях: при внесении изменений в конфигурацию, при проверке токовой петли 4 – 20 мА или 0-5 мА. Во время конфигурирования и технического обслуживания преобразователя необходимо применять альтернативные меры для обеспечения безопасности: либо деактивировать функцию безопасности преобразователя (постановка преобразователя на байпас) для исключения ложного срабатывания системы безопасности, либо регламентные работы по обслуживанию преобразователя должны проводиться в остановочный ремонт.

Согласно разделу 7.4.5.2 f) ГОСТ Р МЭК 61508-2, для выявления опасных отказов, которые не могут быть определены диагностическими испытаниями, необходимо проводить контрольные испытания. Все работы, входящие в состав контрольных испытаний, должны проводиться квалифицированным персоналом.

В большинстве случаев, при проведении контрольного испытания, преобразователь должен быть либо поставлен на байпас – для исключения ложного срабатывания системы безопасности, либо регламентные работы по обслуживанию преобразователя должны проводиться в остановочный ремонт.

## **7. Контрольная проверка**

Для обнаружения возможных опасных необнаруженных ошибок, функция безопасности должна проверяться через соответствующие промежутки времени посредством контрольной проверки. Выбор вида проверки является ответственностью

лица, эксплуатирующего устройство. Временные интервалы между проверками выбираются, руководствуясь требуемой средней вероятностью опасных ошибок по запросу PFDAVG (см. гл. " 4. Показатели функциональной безопасности ").

Рекомендуемая форма протокола по этой проверки приведен в Приложении А.

Если одна из проверок протекает отрицательно, то вся измерительная система должна быть выведена из работы, а безопасное состояние процесса должно поддерживаться другими мерами.

### **Внимание!**

**Во время функционального теста функция безопасности должна рассматриваться как небезопасная. Следует учитывать, что функциональный тест оказывает влияние на подключенные устройства.**

**При необходимости, должны предприниматься другие меры для поддержания функции безопасности.**

**После завершения функционального теста должно быть восстановлено состояние, определенное для функции безопасности.**

**Процедура № 1:** устройство остается в смонтированном состоянии и есть возможность изменения давления на объекте.

**Процедура № 2:** устройство демонтировано и есть возможность изменения давления с помощью соответствующих испытательных устройств.

### **Для этого необходимо:**

Подать давление, соответствующее 80 – 100% предела настройки преобразователя. Сбросить давление до начального и, сравнить значение выходного сигнала преобразователя со значением установленным при первичной настройке.

### **Ожидаемые результаты:**

Выходной сигнал соответствует поданному давлению.

При выполнении контрольного испытания будут определены 50% опасных необнаруженных отказов.

Приложение А - Протокол проверки

<b>Идентификация</b>	
Фирма/Проверяющее лицо	
Тип устройства/Код заказа	
Серийный номер устройства	
Дата начальной установки	
Дата последней проверки Функции безопасности	

<b>Основание/объем проверки</b>	
	Начальная установка преобразователя
	Контроль параметров преобразователя на объекте
	Контрольная проверка с "подачей давления или демонтажом преобразователя"

<b>Результат проверки</b>		
Ожидаемое измеренное значение	Действительное значение	Результат проверки

Дата	Подпись
------	---------



**Функциональная безопасность (Functional Safety)** – часть общей системы безопасности, обусловленная применением управляемого оборудования и системы управления и зависящая от правильности функционирования электрических/электронных/программируемых электронных систем, связанных с безопасностью, и других средств по снижению риска.

**Отказобезопасность** – свойства изделия, ориентированные на сохранение безопасности в случае отказа.

**ДБО (SFF – safety fail fraction)** – Доля Безопасных Отказов. Свойство элемента, связанного с безопасностью, определяемое отношением суммы средних частот безопасных отказов и опасных обнаруженных отказов к сумме средних частот безопасных и опасных отказов.

$\lambda_{du}$  – интенсивность необнаруженных опасных отказов.

$\lambda_{dd}$  – интенсивность обнаруженных опасных отказов.

**ОАС (HFT – hardware fault tolerance)** – Отказоустойчивость Аппаратных Средств. ОАС = X означает, что X+1 является минимальным числом отказов, которые могут привести к потере функции безопасности.

**Средняя вероятность опасного отказа по запросу (probability of dangerous failure on demand, PFDavg)** – средняя неготовность Э/Э/ПЭ системы, связанной с безопасностью, обеспечить безопасность, т.е. выполнить указанную функцию безопасности, когда происходит запрос.

**Средняя частота опасного отказа в час (average frequency of a dangerous failure per hour, PFH)**

- средняя частота опасного отказа Э/Э/ПЭ системы, связанной с безопасностью, выполняющей указанную функцию безопасности в течение заданного периода времени.

$\lambda_{du}$  – интенсивность необнаруженных опасных отказов.

$\beta$  – эффективность теста по выявлению опасных отказов.

**Полнота безопасности (safety integrity)** – вероятность того, что система, связанная с безопасностью, будет удовлетворительно выполнять требуемые функции безопасности при всех оговоренных условиях в течение заданного периода времени.

**УПБ (SIL – safety integrity level)** – Уровень полноты безопасности: дискретный уровень (принимающий одно из четырёх значений), определяющий требования к полноте безопасности для функции безопасности, который ставится в соответствии с Э/Э/ПЭС системам, связанным с безопасностью.