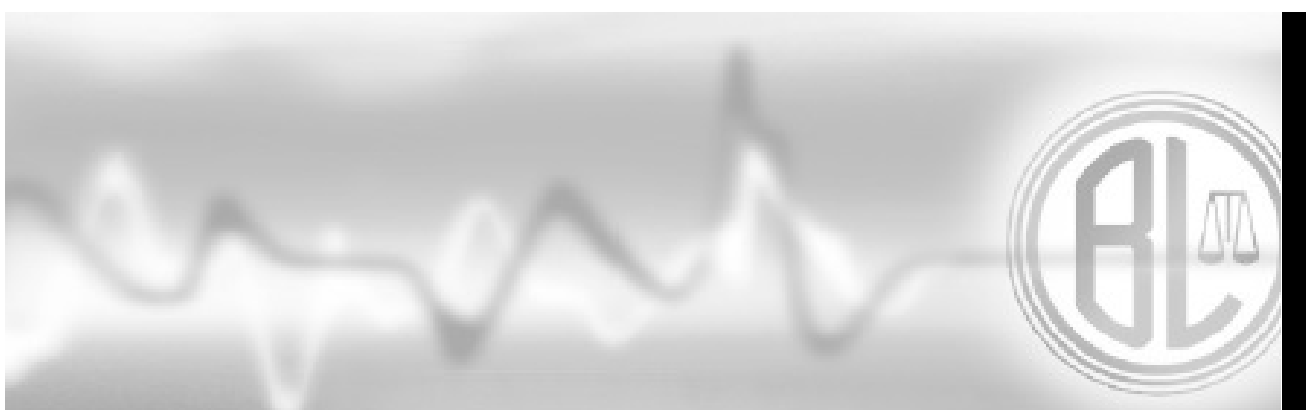




Подразделение оборудования для кон-  
троля **вибраций**

# **БЕСКОНТАКТНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ T-NC8/AP1**

## **ИНСТРУКЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТЕХОБСЛУ- ЖИВАНИЮ**



[www.cemb.com](http://www.cemb.com)

**CEMB S.p.A.**  
Via Risorgimento, 9  
23826 MANDELLO del LARIO (Lc) Italy

*\*Перевод подлинника инструкций*





# ОБЩИЙ УКАЗАТЕЛЬ

<b>1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ</b>	<b>3</b>
1.1 Состав системы	3
<b>2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ТИПОВЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ</b>	<b>4</b>
<b>3. СПЕЦИФИКАЦИИ</b>	<b>5</b>
3.1 Типовые кривые характеристик	6
<b>4. ПРАВИЛА УСТАНОВКИ</b>	<b>7</b>
4.1 ЭЛЕКТРОМОНТАЖ И ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ	7
4.2 МАТЕРИАЛ ЗОНЫ, К КОТОРОЙ ОБРАЩЕН ДАТЧИК	7
4.3 ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ДАТЧИКА	7
4.4 КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ, К КОТОРОЙ ОБРАЩЕН ДАТЧИК	8
4.5 БИЕНИЕ	8
4.6 УСТРОЙСТВА ДЛЯ УСТАНОВКИ ДАТЧИКА	9
<b>5. УСТАНОВКА</b>	<b>10</b>
5.1 ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ И КАЛИБРОВКА	12
5.2 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОНТАЖА	12
5.2.1 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ШКАФ	12
5.2.2 ЭЛЕКТРОМОНТАЖ	13
5.2.3 ЭКРАНИРОВАНИЕ КАБЕЛЯ	14
5.2.4 ЗАЗЕМЛЕНИЕ	14
5.2.5 УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ	14





# 1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ



Мониторинг вибраций оборудования при работе позволяет анализировать динамику вибраций во времени, предсказывая, какие детали будут изнашиваться первыми, и планируя техобслуживание таким образом, чтобы предупредить остановку производства вследствие серьезных неполадок и связанные с этим убытки.

Усиление вибраций со временем по линейным известным законам происходит очень редко: иногда вибрации усиливаются постепенно, как, например, при износе, иногда они возникают очень быстро, как, например, при недостатке смазки, или же они могут возникнуть совершенно неожиданно и с большой амплитудой, как, например, при поломке лопаток турбины.

При принятии своевременных мер вы можете предупредить серьезный ущерб в результате сильных вибраций только при постоянном мониторинге с использованием приборов, оснащенных устройствами сигнализации и блокировки, срабатывающими при превышении вибрациями установленных безопасных пределов.

Вибрации контролируются при помощи датчика, обращенного к ротору в точке измерения, и кабеля, подключенного к плате питания и обработки сигналов.

Изначально разработанные и предназначенные для мониторинга паровых турбин крупных ТЭС (где они имеют первостепенную важность), приборы для непрерывного мониторинга (стоимость которых со временем значительно снизилась) показали свои многочисленные возможности и целесообразность применения в самых разнообразных промышленных установках, будь то главные машины, точность работы которых должна обеспечиваться в течение всего срока эксплуатации, или вспомогательное оборудование (вентиляторы, насосы), отказ которого приведет к простоям производства и связанным с ними экономическим убыткам.

Измерительный преобразователь, на который подается отрицательное напряжения -24 В пост. тока, имеет выход, пропорциональный расстоянию между датчиком и объектом контроля, допуская статическое смещение или динамическое измерение вибраций.

## 1.1 СОСТАВ СИСТЕМЫ

Измерительный преобразователь T-NC8/API состоит из трех частей:

- Бесконтактный датчик серии T-NC8/API
- Удлинительный кабель серии T-NC/API
- Демодулятор T-NC8/API

### Бесконтактный датчик



### Удлинительный кабель



Общая длина кабеля между датчиком и демодулятором определяет «электрическую длину», т. е. каждая система калибруется в лаборатории CEMB на определенную длину кабеля, соответственно, любое изменение длины предварительно калиброванной системы будет обуславливать погрешности измерения.

Поэтому общая длина соединения датчик-демодулятор должна определяться заранее исходя из требований монтажа.

### Демодулятор



Демодулятор генерирует выходной сигнал напряжения, пропорциональный относительному положению датчик-объект контроля.

Электроника помещена в корпус и залита специальным полимером.

## 2. Принцип действия и типовые области применения

Датчики на индукционных вихревых токах создают высокочастотное магнитное поле, которое, в свою очередь, генерирует индукционные вихревые токи в объекте контроля. Индукционные вихревые токи вызывают изменение в датчике общего сопротивления, которое измеряется и линеаризуется специальными электронными устройствами и преобразуется в сигнал, пропорциональный расстоянию от объекта контроля. Объект контроля должен обязательно быть изготовлен из токопроводящего материала, а изменение материала приведет к изменению измерений, поэтому демодулятор калибруется для определенного материала.

Как правило, датчик обращен к детали из черного металла; анизотропия материала ротора, хромирование, шероховатость поверхности и т.д. могут вызвать значительные погрешности.

Типовыми областями применения устройства являются:

- Измерение относительных вибраций между валом и подшипником в системах, для которых требуется непрерывный мониторинг, в т. ч. в самых неблагоприятных условиях эксплуатации.
- Мониторинг смещения металлической поверхности, также подвижной (напр., измерение осевого или дифференциального смещения).

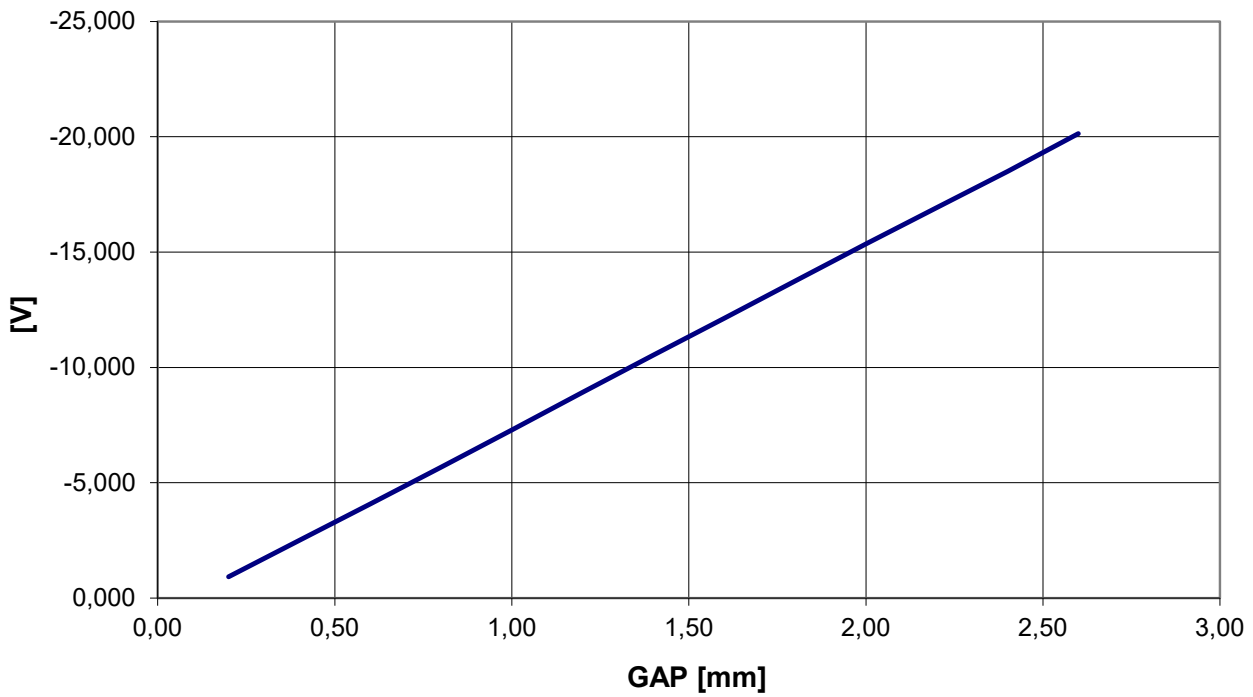
Измерительный преобразователь генерирует аналоговый выходной сигнал, пропорциональный расстоянию, и может подключаться к соответствующим платам сбора и анализа данных, например, CEMB TDSP.



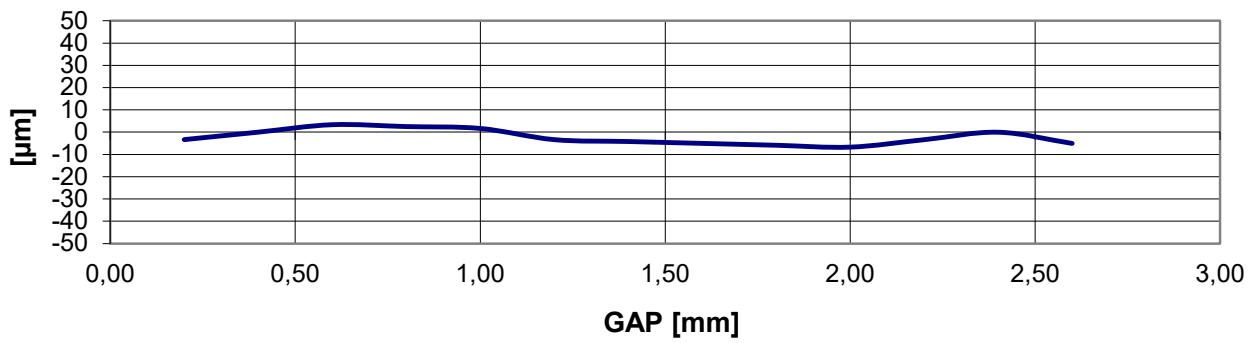
### 3. СПЕЦИФИКАЦИИ

Базовый состав	датчик, удлинительный кабель, демодулятор	
Тип измерения	дифференциальное	
Диапазон измерения	$\pm 1$ мм (0,5÷2,5 мм)	
Динамический диапазон	частота 0÷10.000 Гц	
Выходной сигнал	аналоговый	
Линейность по всему диапазону измерения и в указанных пределах рабочих температур	$\pm 1\%$	
Номинальный коэффициент масштабирования	200 мВ/мил (7,87 мВ/мкм)	
Выход в центре шкалы	-10,00 В пост. тока	
Выход в начале шкалы	-2,13 В пост. тока	
Выход в конце шкалы	-17,87 В пост. тока	
Выходное полное сопротивление	500 Ом	
Чувствительность к температурным воздействиям	согласно ANSI/API 670-93	
Электропитание	Номинальное -24 В ПОСТ. ТОКА (диапазон -20 ÷ -30 В ПОСТ. ТОКА)	
Рабочий диапазон	температура (датчик) температура (демодулятор) влажность (датчик) влажность (демодулятор)	= -35 ÷ +175° C = -35 ÷ +75° C = макс. 100% = макс. 95% (без конденсации)
Подключение датчика	миниатюрный коаксиальный разъем (датчик / демодулятор)	
Выходные соединения	3-сторонняя винтовая зажимная плата (демодулятор / прибор)	
Масса демодулятора	~ 0,3 кг	
Масса датчика	~ 0,1 кг	
Техобслуживание	не требуется	
Специальные варианты	Вариант с сертификацией ATEX для применения в классифицированных зонах II 1 G Ex ia IIC T5 Ga II 1 G Ex ia IIC T6 Ga	

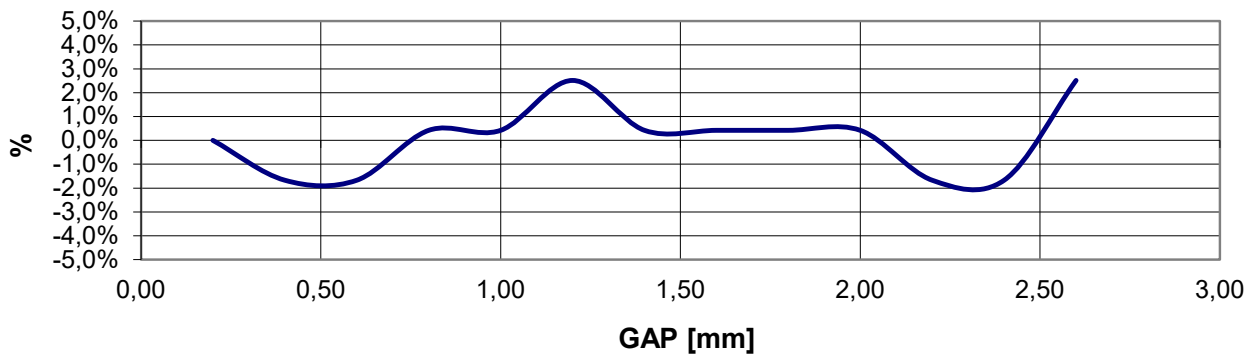
**3.1 ТИПОВЫЕ КРИВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИК**  
Typical output for 2mm range model



Typical GAP error for 2mm range model



Typical sensitivity error referenced to 8mV/μm







## 4. ПРАВИЛА УСТАНОВКИ

Измерения, выполняемые бесконтактными вихретоковыми датчиками, могут быть нарушены или искажены целым рядом факторов или параметров, которые должны учитываться при проектировании системы мониторинга.

### 4.1 ЭЛЕКТРОМОНТАЖ И ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

Для приборов мониторинга требуется внешнее электропитание, которое должно быть как можно более прямым и отбираться от достаточно надежного источника, обеспечивающего его подачу и при аварийном отключении главных электрических систем.

Следует избегать подключения электропитания от низковольтной сети, используемой для других приборов, так как при их отказе сеть электропитания собственных нужд, и, следовательно, приборы мониторинга, могут выйти из строя. Если электропитание для различных приборов вынужденно централизовано, должны устанавливаться соответствующие устройства с тем, чтобы отказ одного измерительного преобразователя не мог повлиять на электропитание остальных приборов.

### 4.2 МАТЕРИАЛ ЗОНЫ, К КОТОРОЙ ОБРАЩЕН ДАТЧИК

Несмотря на то, что датчик может быть обращен к объекту из любого ферромагнитного материала, следует помнить, что чувствительность и линейность диапазона измерения в очень большой степени зависят от химических свойств материала.

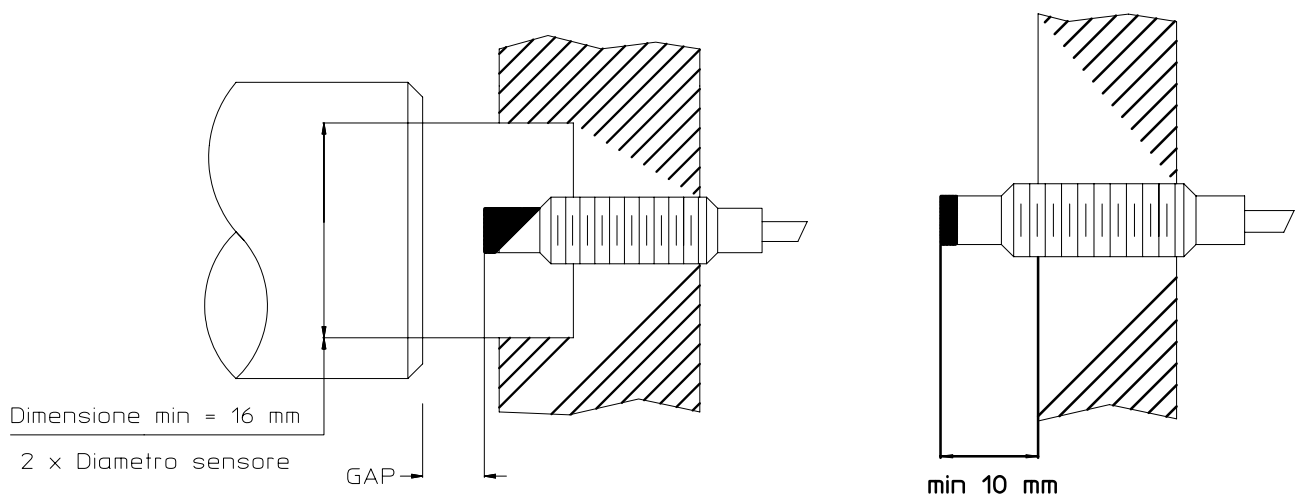
Если не требуется иначе, измерительная система калибруется в лабораториях SEMB с использованием в качестве эталонного материала нержавеющей стали AISI 4140 (42CrMo4), которая обычно применяется для производства валов оборудования.

### 4.3 ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ДАТЧИКА

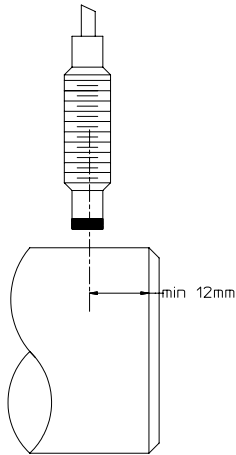
Создаваемое датчиком магнитное поле распространяется по всем направлениям, поэтому при наличии других проводящих электричество материалов в этом поле (которое называется «конус датчика») результат измерения будет искажен.

Поэтому при установке датчика на оборудование необходимо соблюдать следующие условия:

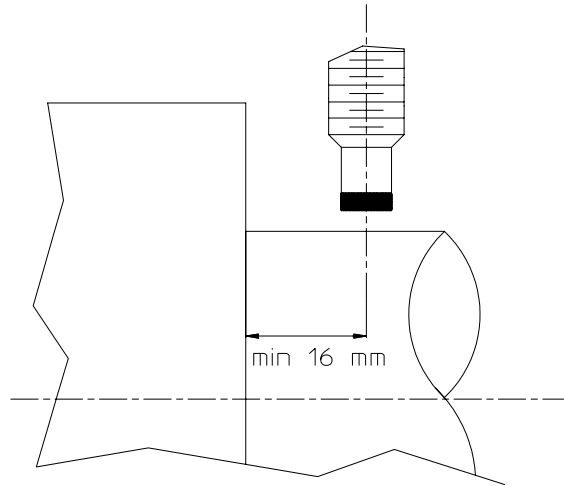
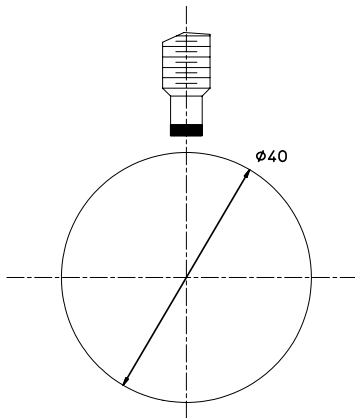
- Свободное пространство вокруг датчика



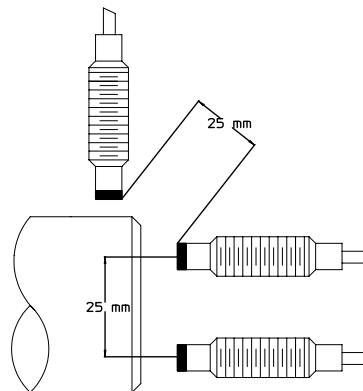
► Расстояние от буртиков вала



► Минимальный диаметр вала



► Расстояние между датчиками



#### 4.4 КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ, К КОТОРОЙ ОБРАЩЕН ДАТЧИК

Шероховатость поверхности, к которой обращен датчик, влияет на чувствительность измерения.

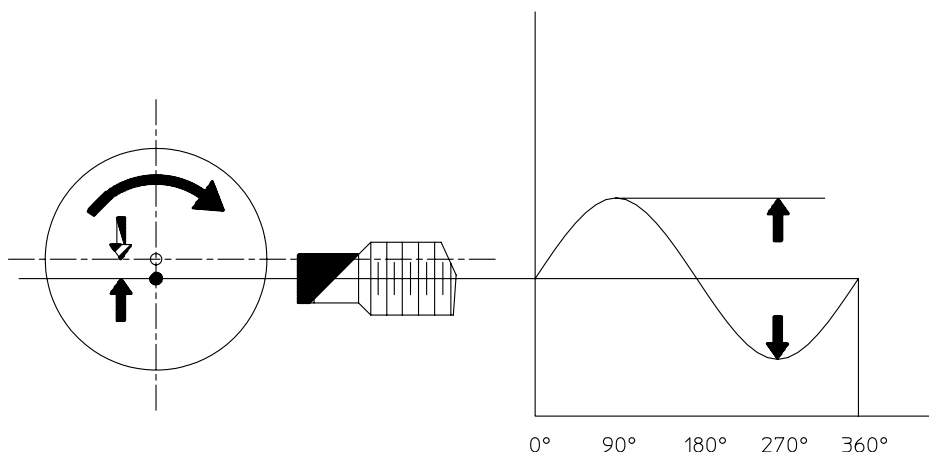
- Поэтому требуются значения шероховатости (среднеквадратичной) в диапазоне 0,4 - 0,8 мкм (директива API).
- Поверхности не должны быть обращены к гальваническим покрытиям.

#### 4.5 БИЕНИЕ

БИЕНИЕ - это сумма погрешностей зоны вала, к которой обращены датчики, обуславливающая погрешность результатов измерения.

- Механическое БИЕНИЕ:

Определяется отклонением зоны вала, к которой обращен датчик, от идеальной круглой формы и эллиптическими





роторами.

Это биение может измеряться при помощи механических устройств, например, индикаторов часового типа или бесконтактного измерительного преобразователя.

Измерение должно выполняться на частоте вращения от 1 до 100, где не наблюдается вибраций.

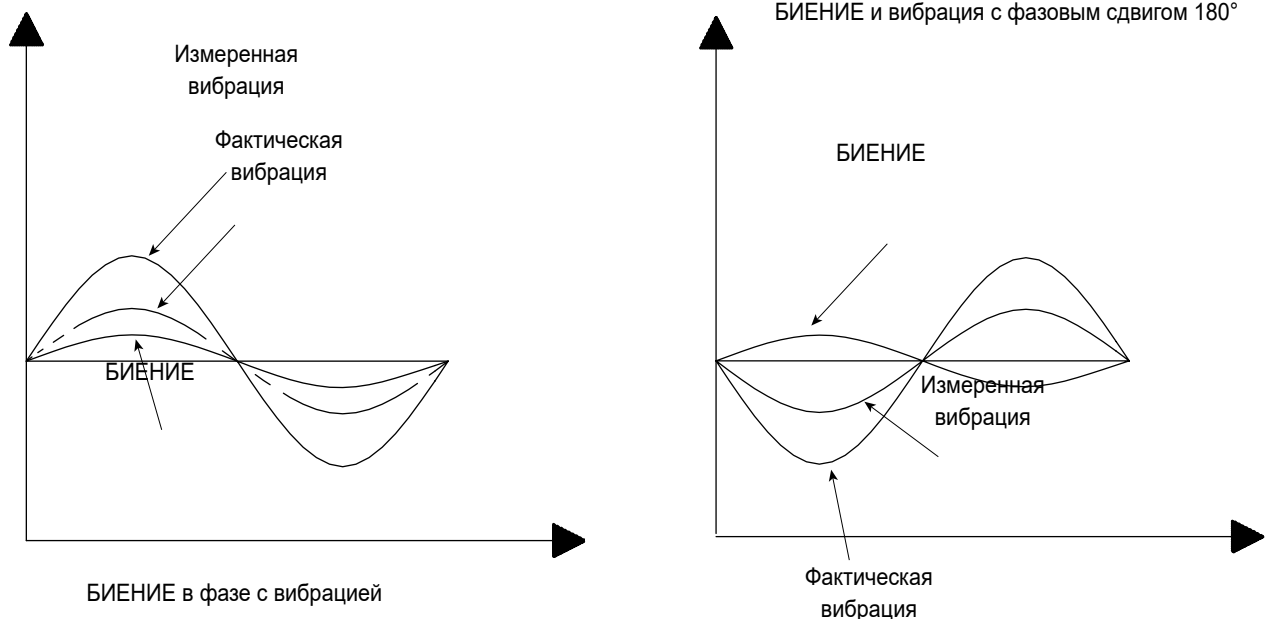
- **Электрические БИЕНИЕ:**

Обуславливается эффектом, который конструкция материала вала имеет на сигнал, измеренный измерительным преобразователем.

Изменение измеряемого значения происходит под воздействием следующих явлений:

- > Неравномерная плотность вала
- > Неоднородная электропроводность вследствие неравномерного распределения легирующих добавок.
- > Остаточное намагничивание.

БИЕНИЕ постоянно по фазе и амплитуде при изменении частоты вращения и может прибавляться или вычитаться из фактической вибрации, искажая полученные измерения.



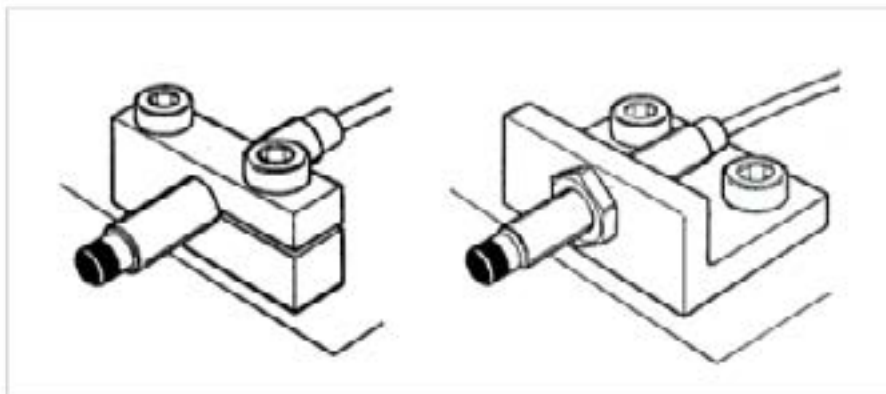
## 4.6 УСТРОЙСТВА ДЛЯ УСТАНОВКИ ДАТЧИКА

Бесконтактные датчики могут устанавливаться в резьбовые отверстия в конструкции машины или в опорах подшипников. В некоторых случаях в машинах уже предусмотрены необходимые отверстия и датчики можно просто установить и затем отрегулировать для обеспечения точного воздушного зазора.

Датчики могут также устанавливаться на кронштейны или жесткие опоры.

В последнем случае следует крепить датчики особенно жестко для максимального снижения вибраций, обуславливаемых монтажом.

Пример крепежных устройств



## 5. УСТАНОВКА

- Подготовить машину к установке крепежных устройств (отверстия, кронштейны, опоры и т.д.) каждого датчика, затем установить датчик, отделяя его от соответствующего демодулятора.
- Подготовить устройства для обеспечения защиты кабеля (оболочки, кабель-каналы) на машине.
- Установить распределительные коробки, размещающие демодуляторы, на таком расстоянии от машины, чтобы учитывать общую длину соединения датчика+удлинительного кабеля.

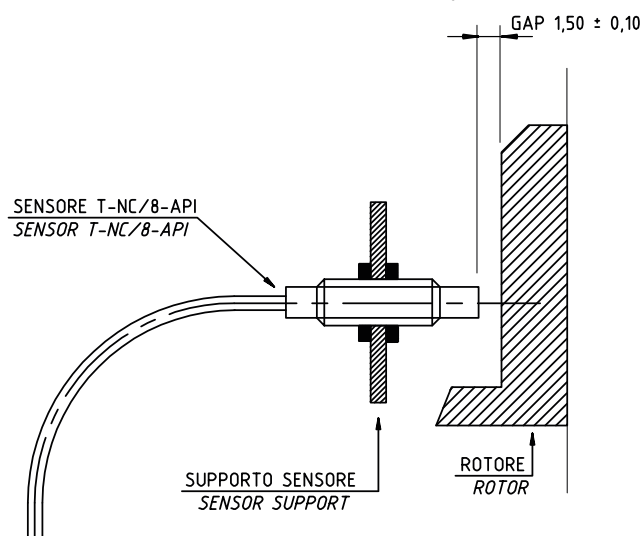


*Помните, что не допускается менять длину соединения между датчиком и демодулятором,*

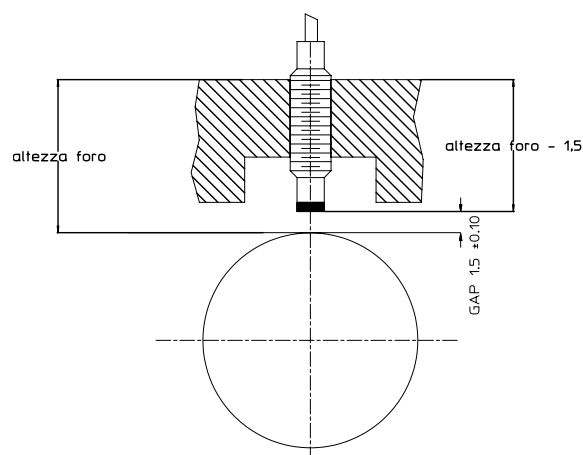
*ТАК КАК ЭТО ПРИВЕДЕТ К ИЗМЕНЕНИЯМ ЛИНЕЙНОСТИ И КАЛИБРОВКИ ПРИБОРА.*

Выполнить первую наладку механического зазора на остановленной машине приблизительно на 1,5 мм.

- для датчиков, установленных за пределами подшипника, эта регулировка может выполняться толщиномером



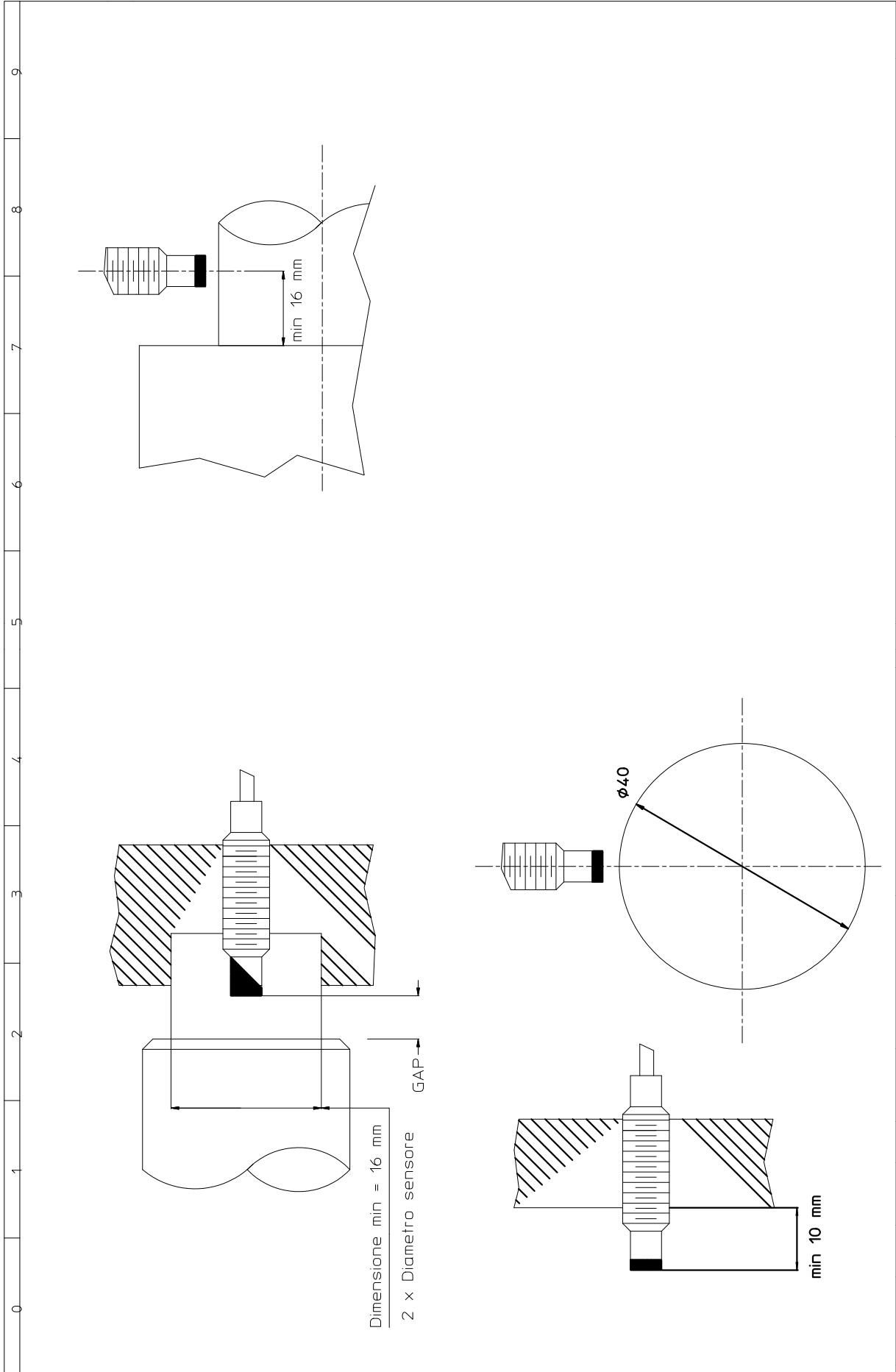
- для датчиков, установленных в опору подшипника, рекомендуется измерять общую глубину отверстия с помощью глубиномера и завинчивать датчик так, чтобы механический зазор составил ок. 1,5 мм.



Проверить, что монтаж электрической системы выполнен при максимальном соблюдении инструкций, приведенных в разделе **ОБЩИЕ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОНТАЖА** в конце данного руководства.

Внешнее электропитание (-20 ... -30 В пост. тока) должно быть как можно более прямым и отбираться от достаточно надежного источника, обеспечивающего его подачу и при аварийном отключении главных электрических систем.

Следует избегать подключения электропитания от низковольтной сети, используемой для других приборов, так как при их отказе сеть электропитания собственных нужд, и, следовательно, приборы мониторинга, могут выйти из строя.



Modifica	Data	Nome	Scad Norm	Revisione: 0	ORDINE:	CLIENTE:	Certificazione CESI	Tipo di macchina	Ingombro fissaggio e connessioni	Foglio
	05/05/03	VENINI						TR-NC/8	Disegno: 56057-d	Eg

## 5.1 ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ И КАЛИБРОВКА

Измерительный преобразователь T-NC8/API поставляется уже калиброванным и оснащенным датчиком и удлинительным кабелем. Если датчик заменяется другим того же типа, его повторную калибровку проводить не требуется.

После позиционирования датчика с номинальным указанным воздушным зазором (1,50 мм) и его подключения к демодулятору датчик и демодулятор должны подвергаться тонкой калибровке следующим образом:

- Подсоединить электропитание демодулятора к указанным клеммам
- Подсоединить вольтметр к клеммам OUT и COM
- Перемещать датчик на небольшое расстояние за раз так, чтобы вольтметр показал -10 В пост. тока, и заблокировать датчик в этом положении.

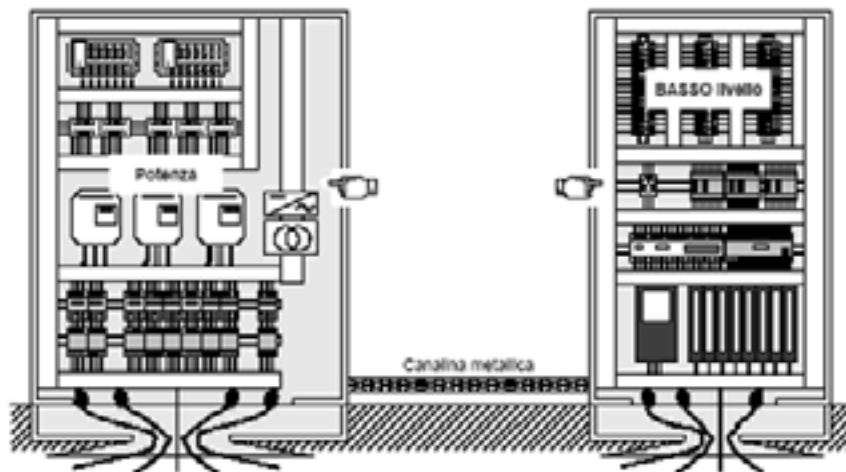
## 5.2 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОНТАЖА

Система мониторинга, состоящая из установленного на машине датчика, демодулятора и системы сбора аналоговых сигналов, имеет контур низкого напряжения, на работу которого могут влиять электромагнитные помехи от силовых цепей и цепей привода.

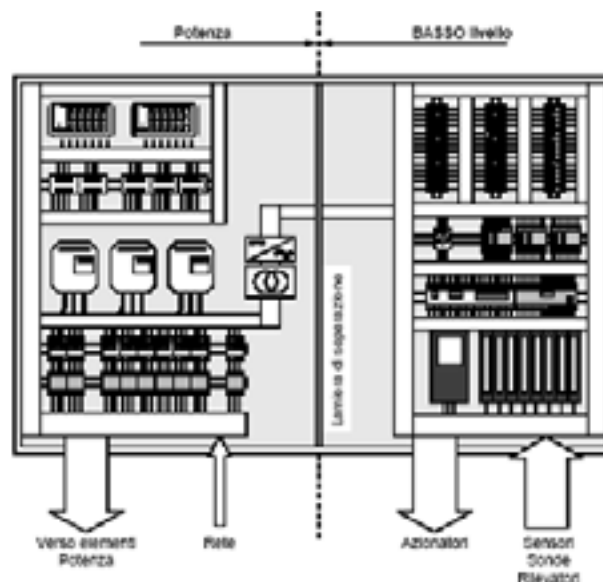
Поэтому для предупреждения интерференций с системой мониторинга должны соблюдаться следующие правила монтажа.

### 5.2.1 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ШКАФ

Система должна иметь выделенный шкаф для силовых устройств и выделенный шкаф для устройств управления.



При установке этого оборудования в один шкаф рекомендуется предусмотреть подключенную к заземлению экранирующую перегородку.

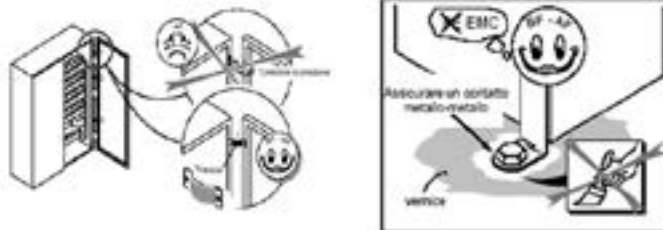




При наличии инвертора рекомендуется использовать фильтры для устранения создаваемых помех или отдельную цепь для запитывания устройств управления. Действительно, при запитывании “чувствительного” прибора от источника электропитания, общего для нескольких устройств, помехи, генерируемые силовыми устройствами, передаются на устройства управления по общим линиям электропитания.

В нижней части электрического шкафа должна устанавливаться неокрашенная эталонная пластина заземления. Используемый металлический лист или решетка должен подключаться к раме металлического шкафа в нескольких точках.

Все компоненты должны напрямую крепиться болтами к этой пластине заземления.



Уделить особое внимание выбору кабельных зажимов, так как они должны обеспечить надежное соединение экрана.

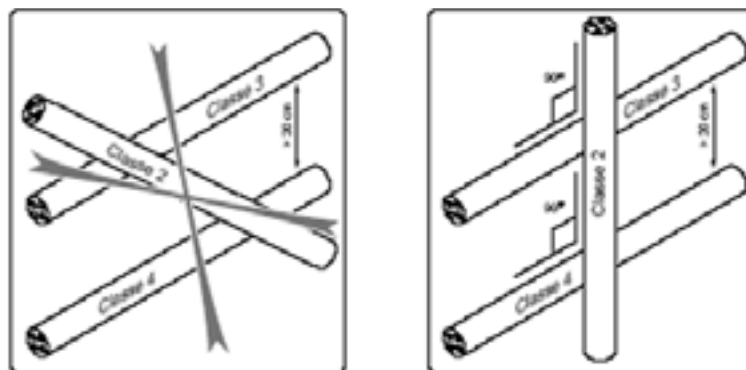
## 5.2.2 ЭЛЕКТРОМОНТАЖ

Кабели подключения датчика не должны прокладываться параллельно или вместе с силовыми проводниками индуктивной нагрузки или силовыми кабелями двигателей.

Кабели должны прокладываться в отдельных кабель-каналах на расстоянии не менее 15 см друг от друга.



Если силовые и управляющие кабели должны проходить через общие точки, в точке пересечения они должны быть перпендикулярны друг другу.



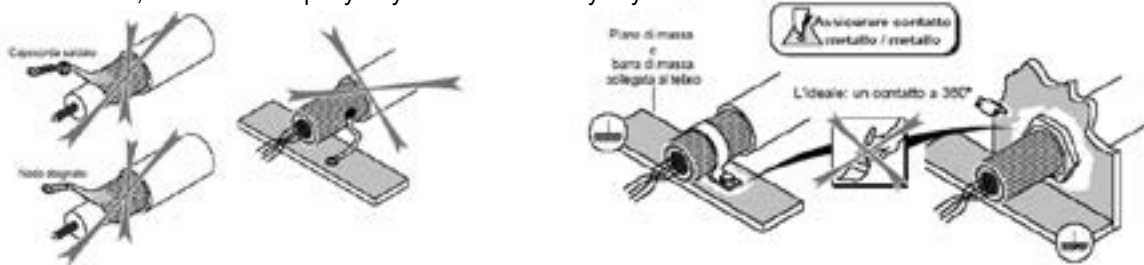
Все соединения должны быть как можно короче, т. к. висячие линии выполняют функцию активных и пассивных антенн.

Оставить расстояние  $> 100$  мм от проводников, которые являются источником помех.

При использовании кабеля с числом проводников больше необходимого, все неиспользуемые проводники должны подключаться к заземлению вместе с экраном.

### 5.2.3 ЭКРАНИРОВАНИЕ КАБЕЛЯ

Обязательно использовать экранированные кабели и подсоединять экран только на стороне электромонтажа. Рекомендуется использовать боковую сторону устройства для обеспечения равнопотенциальности между экраном кабеля и эталонной землей. Экран должен покрывать кабель до входа в устройство, стараясь не допускать прерывание оплетки, что снижает пропускную способность пути утечки.



### 5.2.4 ЗАЗЕМЛЕНИЕ

В системе должны предусматриваться отдельные кабели заземления для силовой части и части управления. Эти кабели могут сближаться только на подходе к заземляющему электроду. В противном случае небольшая утечка на землю силового устройства может вызвать смещение эталонного нуля контрольного устройства.

Для обеспечения низкого полного сопротивления кабель заземления должен иметь максимально возможное поперечное сечение (минимум 4 мм<sup>2</sup>).

Эталонная земля всех устройств (плат, системы сбора данных, экраны кабелей) должна подключаться к одной точке заземления.

### 5.2.5 УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Лица, работающие с системой мониторинга TR-NC8, должны иметь соответствующую техническую подготовку и квалификацию.

Рекомендуемые операции для проверки сбоев системы:

ТИП СБОЯ	ПОКАЗАНИЕ ВОЛЬТМЕТРА НА ВЫХОДНОЙ КЛЕММЕ
Измерительный преобразователь не подсоединен или поврежден	0 В пост. тока
Датчик не подсоединен или поврежден	-1 В пост. тока
Датчик подсоединен, но находится слишком далеко от объекта контроля	-23 В пост. тока