

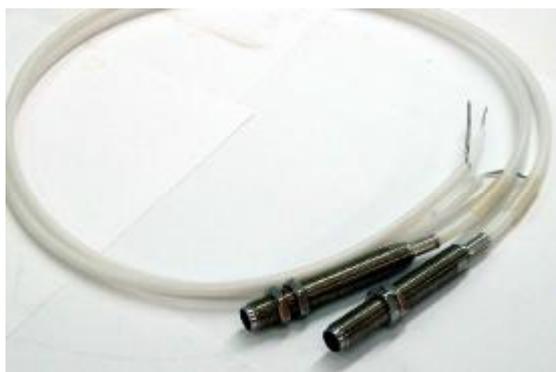


## ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО УСТАНОВКЕ И ПРИМЕНЕНИЮ ДАТЧИКОВ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДЧВ1 И ДЧВ2 НА ТУРБОАГРЕГАТАХ. 781 РМ

### 1. Общие сведения о датчиках частоты вращения

1.1 Для контроля частоты вращения роторов, ООО «НПФ «ЭМ-ТУРБО» поставляет два типа датчиков (см. Рис.1), отличающихся принципом действия:

- **датчики ДЧВ1** – индуктивные датчики, работающие на принципе вихревых токов – см. Приложение 1
- **датчики ДЧВ2** – магниточувствительные датчики, работающие на эффекте Холла – см. Приложение 2



Датчики ДЧВ1



Датчики ДЧВ2

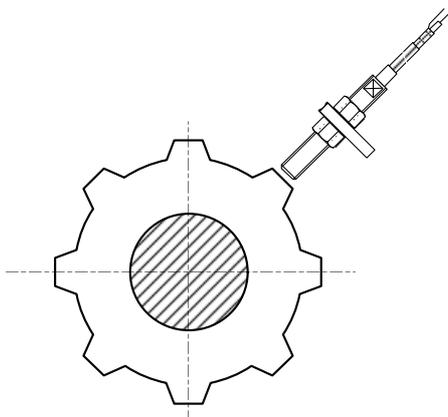
Рис.1. Общий вид датчиков частоты вращения.

Датчики ДЧВ1 и ДЧВ2 выпускаются в нескольких конструктивных исполнениях, отличающихся габаритно - присоединительными размерами, конструкцией и расположением выводов, длиной кабеля. Кроме того, по требованию Заказчика, датчики могут изготавливаться в специальных исполнениях.

### 2. Индуктор

2.1. Для обеспечения работы системы контроля частоты вращения ротора, на нем должен быть изготовлен (или установлен) **индуктор** – одна отметка или совокупность отметок в виде выступов (пазов) зубчатого колеса, отверстий, углублений и т.п., которые могут быть «считаны» датчиком и преобразованы в изменения его электрического выходного сигнала (см. Рис.2).

Индуктор в виде зубчатого колеса



Индуктор в виде совокупности отверстий

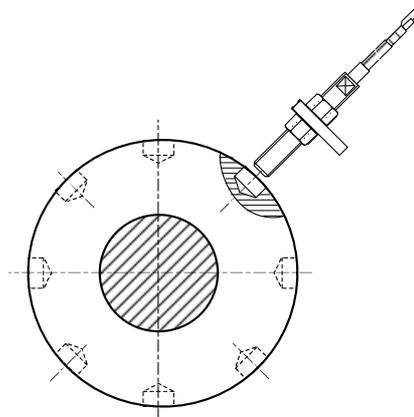


Рис.2. Варианты исполнения индукторов



2.2 Индуктор должен изготавливаться в соответствии со следующими требованиями:

- Индуктор должен являться частью вала или должен быть жестко соединен с валом.
- Индуктор должен изготавливаться из ферромагнитного (магнитопроводящего) материала (см. прим.1)
- Материал индуктора должен быть однородным (гомогенным) по физико-механическим свойствам по всему объему.
- На поверхности индуктора в зоне активности датчика (см. размер **A** на рис.3 п.2.3) не должно быть магнитных пятен, рисок, царапин, зазубрин, вмятин, следов сварки и сварочных швов. Шероховатость поверхности должна быть не хуже 6,3.

Примечание 1. Для контроля частоты вращения роторов с индукторами, изготовленными из немагнитных нержавеющей сталей или цветных металлов должны применяться специальные исполнения вихретоковых датчиков.

2.3 Для надежной работы датчиков и системы контроля частоты вращения в целом отметки на индукторе должны соответствовать следующим общим требованиям (см. Рис.3):

- быть периодическими, т.е. размер **C** – расстояние между отметками (ширина паза) или диаметр отверстия должны быть одинаковыми
- быть равными, т.е. размер **B** – ширина отметки или расстояние между отверстиями должны быть одинаковыми
- иметь определенные геометрические размеры, достаточные для того, чтобы датчик мог их достоверно различить и «считать» (см. п.2.4 и п.2.5).

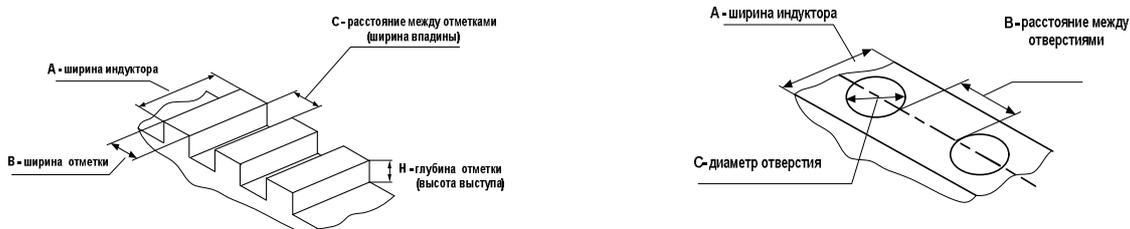


Рис.3. Геометрические размеры отметок на валу индуктора.

2.4 Характеристическим параметром датчика, определяющим главные требования к геометрии индуктора и размерам отметок, являются **размеры его чувствительного элемента  $D_{чз}$** .

Размер чувствительного элемента датчика  $D_{чз}$  фактически определяет **разрешающую способность датчика**.

Для датчиков ДЧВ1 (вихретоковых) чувствительным элементом является ферритовый сердечник с обмоткой, герметизированный в торце датчика. Размеры сердечника  $D_{чз}$  практически совпадают с наружным диаметром датчика.

Для датчиков ДЧВ2 (датчиков на основе эффекта Холла) чувствительным элементом является магниточувствительная микросхема, наклеенная на постоянный магнит, герметизированные компаундом в корпусе датчика. Диаметр чувствительного элемента  $D_{чз}$  равен, примерно, 4 мм.

2.5 При выборе конструкции индукторов для датчиков ДЧВ1 и ДЧВ2 а также при выборе датчиков для работы с имеющимися индукторами следует руководствоваться следующим соотношением

$$A, B, C \geq 1,5 D_{чз}$$
$$H \geq 4 \text{ мм}$$

Где:

**A, B, C, H** - размеры по рис.3

$D_{чз}$  – диаметр чувствительного элемента

При выполнении этих соотношений датчик будет гарантировано работать с максимальной чувствительностью, т.е. обеспечивать максимальную амплитуду импульсов тока на выходе:

- при прохождении выступа индуктора чувствительный элемент будет полностью перекрываться металлом, и ток в цепи датчика:

ДЧВ1 будет минимальным

ДЧВ2 будет максимальным

- при прохождении впадины (отверстия) индуктора чувствительный элемент будет полностью открываться, и ток в цепи датчика:

ДЧВ1 будет максимальным

ДЧВ2 будет минимальным



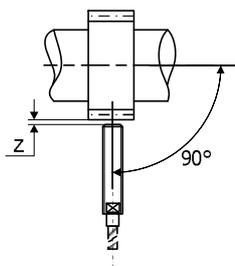
### 3. Установка датчиков

#### Рабочий зазор

3.1 Датчики на агрегате по отношению к индуктору и к оси вращения ротора могут быть установлены:

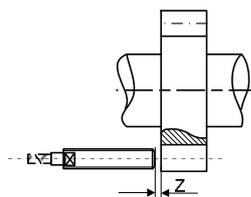
##### Вариант А.

Перпендикулярно к оси вращения вала  
(основной способ установки).



##### Вариант Б.

Соосно с осью вращения вала



##### Вариант В.

Под углом к оси вращения вала

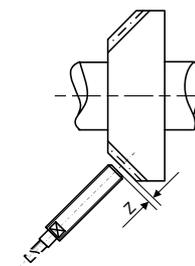


Рис.4. Варианты установки датчиков частоты вращения относительно индуктора на роторе агрегата.

3.2 При любом способе установки ось датчика и ось вращения ротора агрегата должны лежать в одной плоскости, а плоскость торца датчика должна быть параллельна плоскости зуба (выступа, образующей поверхности цилиндра) индуктора.

3.3 Оптимальным способом является установка по варианту А. При установке датчиков по вариантам Б и В необходимо учитывать, что возможные осевые биения могут вызвать непредсказуемые дополнительные погрешности измерения частоты вращения.

3.4 Механическая конструкция, на которой устанавливаются датчики (кронштейн, скоба и т.д.), должна быть жесткой, не должна вибрировать при работе агрегата и должна быть надежно установлена на статорных частях. Датчики должны быть надежно зафиксированы на ней с применением стопорящих элементов (например - отгибных шайб, пластин и т.д.).

3.5 Пример конструкции кронштейна и установки на нем 2-х датчиков частоты вращения приведен на рис.5.

3.6 Для обеспечения надежной работы датчиков и достоверного измерения частоты вращения необходимо правильно **установить рабочий зазор Z**.

Под рабочим зазором Z подразумевается расстояние от торца датчика до поверхности высшей точки индуктора, при котором обеспечивается корректное и достоверное «считывание» датчиком отметок на индукторе.

3.7 **Величина рабочего зазора Z**, а также допускаемые отклонения на его установку в первую очередь определяются типом применяемого датчика и указываются в его паспорте. Все возможные статические и динамические эволюции вала («всплытие» вала при пуске агрегата, вибрации вала и т.д.) должны находиться в пределах указанных допусков.

Кроме того, величина зазора зависит:

- от геометрических размеров индуктора, в том числе – от его наружного диаметра. Данные по величине рабочего зазора Z, указанные в паспорте датчика, приводятся для индукторов наружным диаметром не менее 100 мм с отметками, удовлетворяющими требованиям, приведенным в разделе 2. При меньшем диаметре индуктора и/или меньших размерах отметок может возникнуть необходимость уменьшения величины зазора.
- от величины магнитной проницаемости металла индуктора -  $\mu$  (т.е. - от содержания феррита в металле индуктора). Для большинства сталей, применяемых для изготовления роторов турбомашин, различие в величине  $\mu$  не превышает 10%

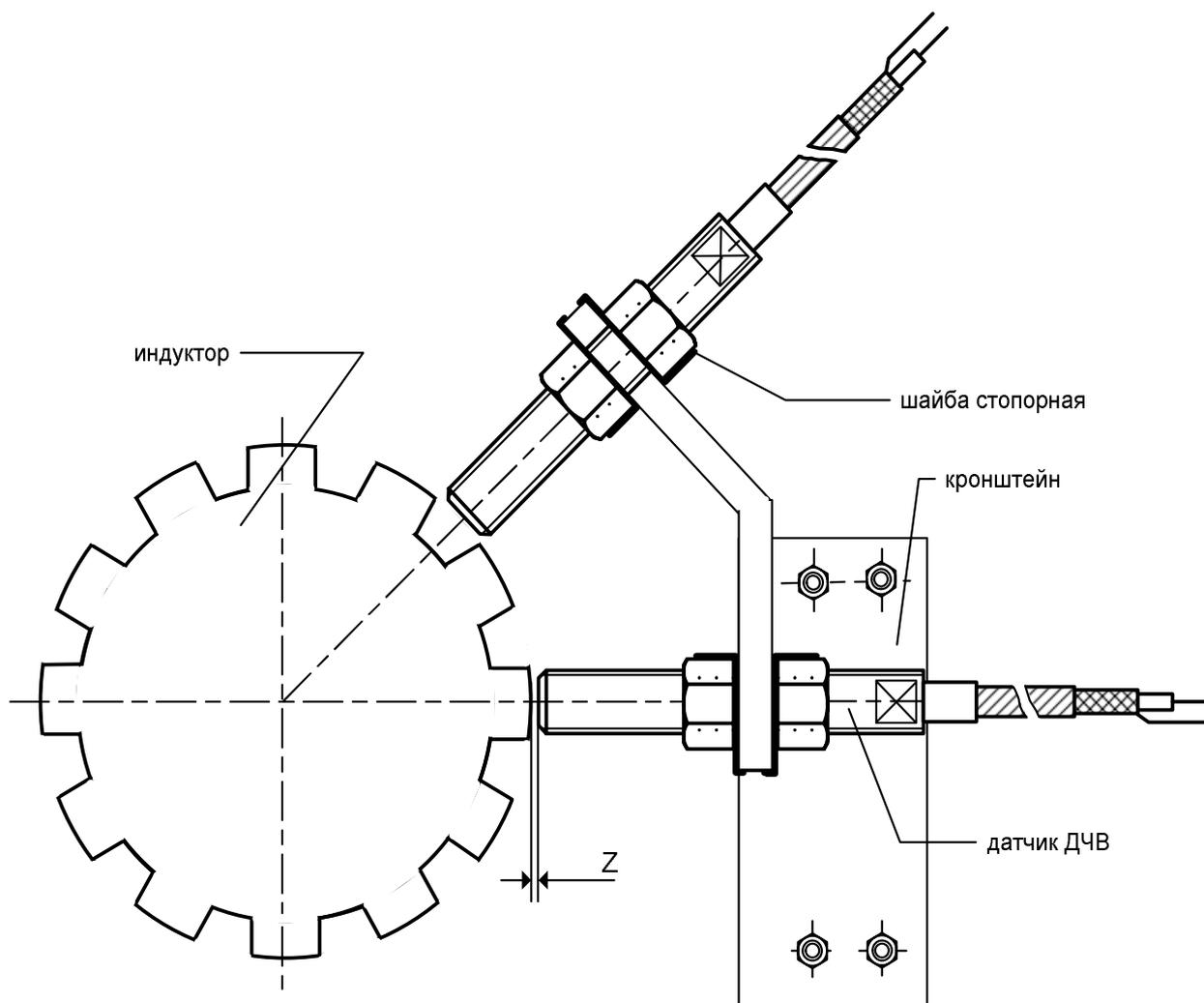


Рис.5. Пример установки датчиков частоты вращения ДЧВ1, ДЧВ2

- 3.8 В объеме пространства диаметром  $D \times 1,5$  [мм] и высотой  $D \times 1,5$  [мм] (где  $D$  – наружный диаметр датчика) вокруг рабочего торца датчика не должно быть иных магнитопроводящих объектов, кроме контролируемых отметок на валу.
- 3.9 С целью обеспечения максимальной сохранности (живучести) датчиков в процессе эксплуатации и упрощения требований по обеспечению точности установки рабочих зазоров, при выборе датчиков следует отдавать предпочтение датчикам, работающим с большими зазорами  $Z$ .



#### 4. Электрические соединения

4.1. Для электрических подключений датчиков к тахометрам необходимо применять экранированный 2-х жильный провод «витая пара» сечением не менее  $0,35 \text{ мм}^2$  с изоляцией поверх экрана. Электропроводку в масляных полостях агрегата необходимо выполнять проводами с изоляцией выдерживающей воздействие масла, используемого в системе смазки агрегата (материалы изоляции – фторопласт, кремнеорганическая резина, фторкаучук и т.п.). Провода должны иметь теплостойкость, соответствующую фактическим температурным условиям эксплуатации по трассе прокладки.

Рекомендуемые провода:

- БИФЭЗ(-Н) 2х0,35 изготовитель - ОАО «Камкабель» (г. Пермь)
- КУФЭФС 2х0,35 изготовитель - ОКБ КП, (г. Мытищи)

4.2. Провода должны прокладываться как можно дальше от крупных электрических машин и отдельно от силовых кабелей.

4.3. На практике при выполнении электрических соединений датчиков с вторичными приборами приходится применять дополнительные соединители (клеммные коробки, штепсельные разъемы и т.п.). Необходимо обеспечить неразрывность цепи экранирования по всей трассе прокладки соединительных проводов и минимизировать неэкранированные участки проводов в местах подключения к разъемным или разборным соединениями

4.4. Экранирующая оплетка выводного провода датчика изолирована от его корпуса. Для обеспечения требуемой помехозащищенности измерительной цепи, экранирующую оплетку провода от каждого датчика следует соединять с цепью (магистралью) измерительного заземления только в одной точке – на щите непосредственно у тахометра по схеме «звезда»

**Не допускается соединение экранирующих оплеток нескольких датчиков по схеме «треугольник»**

4.5. Примеры выполнения соединений датчиков с вторичными приборами приведены на Рис.6 (рис. А и Б – для датчиков ДЧВ1, Рис. В.- для датчиков ДЧВ.2).

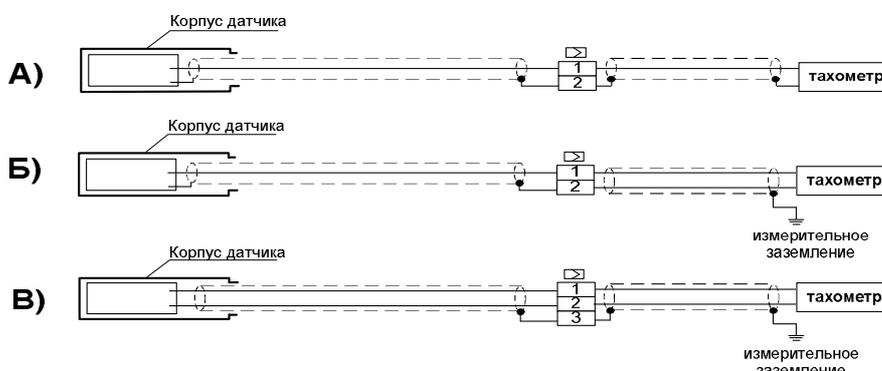


Рис.6. Примеры выполнения соединений датчиков частоты вращения с вторичными приборами.

4.6. Датчики частоты вращения на промышленных агрегатах (турбинах, компрессорах, насосах и т.п.) эксплуатируются, как правило, в очень жестких условиях и подвергаются длительному воздействию неблагоприятных влияющих факторов (повышенная вибрация, температура, механические воздействия, электромагнитные помехи).

Для ответственных применений рекомендуется устанавливать 2...3 датчика на каждую точку контроля, что позволит обеспечить:

- резервирование датчиков
- диагностирование работы датчиков и отбраковку недостоверных измерений

Изготавливаемые НПФ «ЭМ-Турбо» средства контроля частоты вращения (тахометры) обеспечивают автоматическое выполнение указанных функций.



## 5. Проверка датчиков при выпуске из производства

5.1. Перед отгрузкой Заказчику все датчики и тахометры, изготавливаемые НПФ «ЭМ-Турбо», проходят тестирование с реальными колесами-индукторами на тахометрической установке (рис.7).

В состав установки входит регулируемый электродвигатель постоянного тока, позволяющий испытывать приборы при частоте вращения до 9 000 об/мин.

Тестирование датчиков ДЧВ1 и ДЧВ2 производится в комплекте с тахометрами ТД5.1А (М).

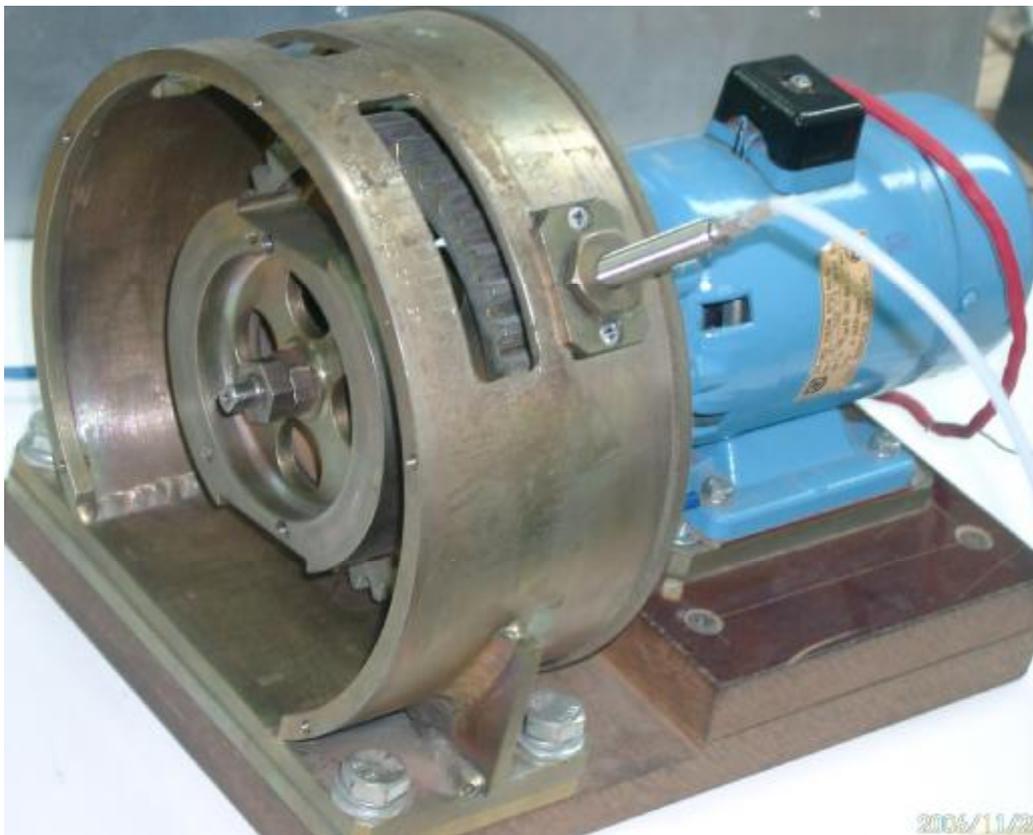


Рис. 7. Тахометрическая установка

С целью обеспечения гарантированной работы датчиков частоты вращения, рекомендуем проконсультироваться с нами при выборе типа датчиков, способов их установки и конструкции индукторов.

**ДАТЧИКИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ  
ДЧВ1****ВНИМАНИЕ!**

- Представленная информация носит справочный характер и не должна использоваться для проектирования, монтажа или эксплуатации оборудования.
- Рабочая техническая документации для проектирования, монтажа и эксплуатации поставляется в комплекте с оборудованием или по отдельному соглашению

**Общие сведения**

- Токовый выход
- Амплитуда и форма сигнала не зависят от скорости перемещения отметки на объекте (высокая чувствительность при низких оборотах) и от величины установочного зазора
- Могут работать с любой отметкой на объекте
- Удобная конструкция, простая установка на объекте
- Высокая частота переключения
- 2-х проводная неполярная схема подключения
- Высокая защищенность от воздействия электромагнитных помех
- Низкая чувствительность к воздействию внешних постоянных магнитных полей
- Широкий диапазон рабочих температур
- Защищенное (IP66) виброустойчивое исполнение
- Передача сигналов на расстояние до 100 м
- Высокая эксплуатационная надежность

**Типовые применения**

- Тахометрия
- Датчики скорости и положения распредвалов, передач и т.п.
- Счетчики оборотов

**Описание**

Датчики **ДЧВ1** предназначены для бесконтактного контроля частоты вращения роторов машин и механизмов.

Датчики работают на принципе **вихревых токов** и точно реагируют на перемещение объектов из ферромагнитных (магнитопроводящих) материалов. По специальному заказу изготавливаются датчики для работы с немагнитными металлами.

Датчики могут работать с любой меткой-индуктором на контролируемом объекте (отверстие, выступ, паз, зубцы зубчатой шестерни и т.п.).

**Принцип действия.**

Функциональная схема датчика приведена на рис.1. Генератор **Г** возбуждает в катушке высокочастотные колебания, в результате чего в зазоре **Z** между торцом датчика и электропроводящим материалом контролируемого объекта (в данном случае – поверхностью индуктора) возникает высокочастотное электромагнитное поле. На поверхности индуктора наводятся вихревые токи, которые по закону электромагнитной индукции, в свою очередь, вызывают изменения активного и индуктивного сопротивления катушки. Интенсивность взаимовлияния объекта и катушки определяются рядом факторов, в том числе – величиной зазора **Z**.

При вращении зубчатого колеса – индуктора относительно датчика происходит периодическое

изменение зазора **Z**, в результате чего высокочастотные колебания тока в катушке модулируются низкочастотными колебаниями, вызванными изменением зазора. Амплитудный детектор **АД** выделяет из композитного сигнала низкочастотную составляющую. Выходной усилитель **ВУ** осуществляет, фильтрацию и масштабирование сигнала. В итоге, в токовой петле питания датчика возникают импульсы тока, частота следования которых определяется частотой изменения зазора - т.е. частотой вращения индуктора. Питание датчика осуществляется от источника постоянного тока. Схема подключения неполярная.

**Конструкция.**

Элементы датчика (излучающая катушка и электронные компоненты) расположены в прочном корпусе из нержавеющей стали и изолированы от него специальным компаундом, обеспечивающим высокую герметичность и электрическую изоляцию. Датчики выдерживают воздействие нефтяных масел, разбавленных кислот и щелочей.

Конструктивное исполнение, материалы корпуса, способ установки и крепления, а также габаритно-присоединительные размеры датчиков могут быть выполнены по конкретным требованиям Заказчика.

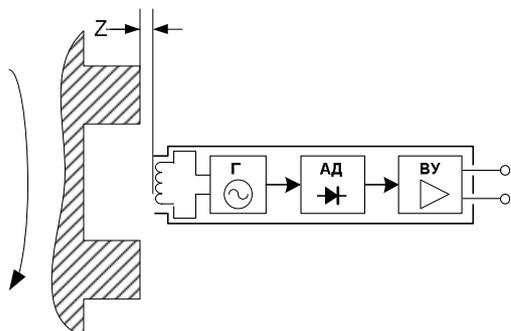


Рис.1

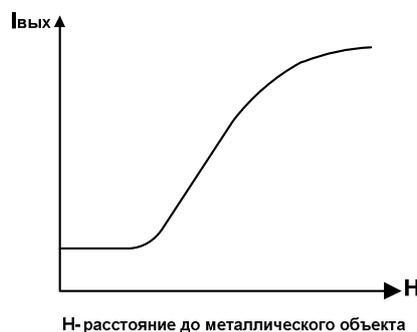


Рис.2

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

|  | ДЧВ1.5   | ДЧВ1.6              |
|--|--|---------------------|
| Напряжение питания                               | 15 В пост. тока                                |                     |
| Выходной сигнал                                  | Импульсы тока в цепи питания                   |                     |
| Схема подключения                                | Двухпроводная неполярная                       |                     |
| Выходной ток (высокий уровень)                   | ≥ 10 мА  |                     |
| Выходной ток (низкий уровень)                    | ≤ 3,5 мА                                       |                     |
| Максимальная частота переключения $F_{\max}^*$   | 5 кГц  |                     |
| Рабочий зазор                                    | 0,8± 0,1 мм                                    | 1,5± 0,5 мм         |
| Минимальные размеры отметок АхВхСхН (см.рис.3)   | 12 x 12 x 12 x 4 мм                            | 22 x 22 x 22 x 4 мм |
| Диапазон рабочих температур                      | -20...+110°С                                   |                     |
| Температура хранения                             | -50...+150°С                                   |                     |
| Степень защиты оболочкой                         | IP66   |                     |
| Материал корпуса                                 | Нержавеющая сталь                              |                     |
| Кабель<br>Материал изоляции                      | теплостойкий маслостойкий кабель<br>фторопласт |                     |
| Конструкция, габаритно-присоединительные размеры | См. рис.4                                      |                     |

\* При контроле частоты вращения максимальная частота переключения  $F_{\max}$  связана с максимальной частотой вращения соотношением

$$F_{\max} [\text{Гц}] = N_{\max} [\text{об/мин}] \times Z / 60$$

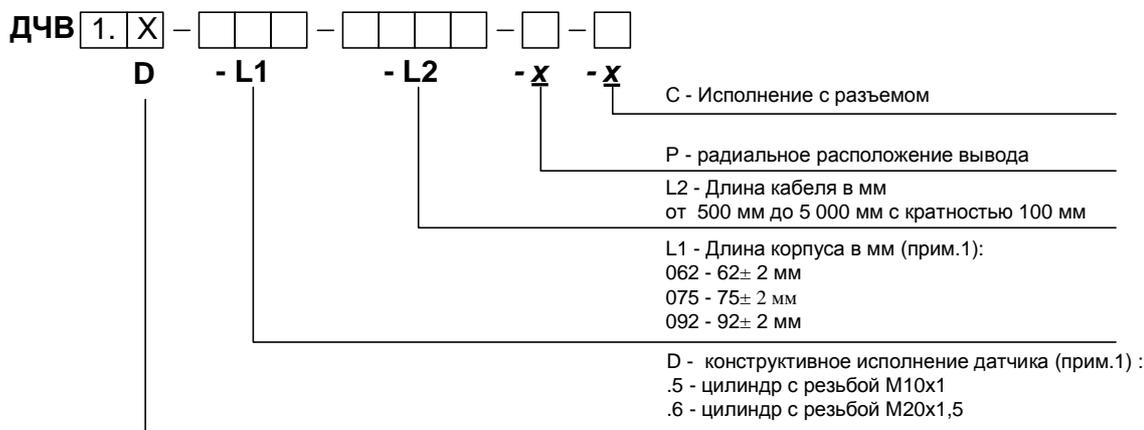
где  $N_{\max}$  - максимальная частота вращения  
 $Z$  - число отметок на индукторе



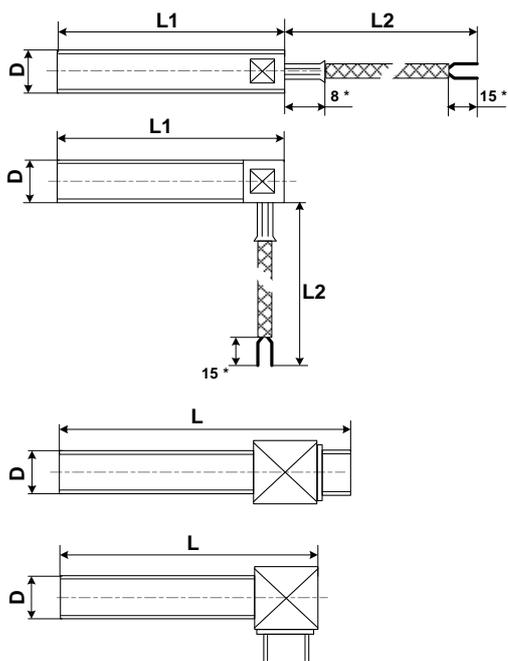
Рис.3. Геометрические параметры индуктора



**СТРУКТУРА ОБОЗНАЧЕНИЯ ДАТЧИКА ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ПРИ ЗАКАЗЕ**



**Примечание 1.** Указаны базовые исполнения по размерам наружной резьбы и длине корпуса. Размеры и конструктивное исполнение могут изменяться в соответствии с требованиями потребителя



**ДЧВ 1.X - L1 - L2** Исполнение с осевым (O) расположением выводов без разъема

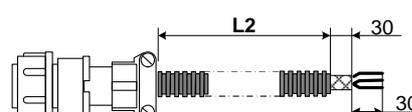
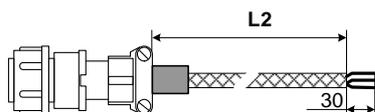
**ДЧВ 1.X - L1 - L2 - P** Исполнение с радиальным (P) расположением выводов без разъема

**ДЧВ 1.X - L1 - L2 - O - C** Исполнение с осевым (O) расположением выводов с разъемом (C)

**ДЧВ 1.X - L1 - L2 - P - C** Исполнение с радиальным (P) расположением выводов с разъемом (C)

Соединительные кабели для датчиков с разъемами (поставка оговаривается при заказе)

Кабель с защитной оболочкой



**Рис.4**



## ДАТЧИКИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДЧВ2

## Общие сведения



### ВНИМАНИЕ!

- Представленная информация носит справочный характер и не должна использоваться для проектирования, монтажа или эксплуатации оборудования.
- Рабочая техническая документация для проектирования, монтажа и эксплуатации поставляется в комплекте с оборудованием или по отдельному соглашению

- Импульсный токовый выход
- Амплитуда и форма сигнала не зависят от скорости перемещения отметки на объекте (высокая чувствительность при низких оборотах) и от величины установочного зазора
- Могут работать с любой отметкой на объекте
- Удобная конструкция, простая установка на объекте
- Могут работать с большими зазорами
- Высокая частота переключения
- 2-х проводная неполярная схема подключения
- Высокая защищенность от воздействия электромагнитных помех
- Низкая чувствительность к воздействию внешних магнитных полей
- Широкий диапазон рабочих температур
- Защищенное (IP66) виброустойчивое исполнение
- Передача сигналов на расстояние до 300 м
- Высокая эксплуатационная надежность

### Типовые применения

- Тахометрия
- Датчики скорости и положения распредвалов, передач и т.п.
- Счетчики оборотов

## Описание

Датчики **ДЧВ2** предназначены для бесконтактного контроля частоты вращения роторов машин и механизмов. Датчики также могут быть использованы для контроля углового или линейного перемещения/положения движущихся объектов.

Датчики работают на принципе **эффекта Холла** и точно реагируют на перемещение объектов из ферромагнитных (магнитопроводящих) материалов.

Датчики могут работать с любой меткой-индуктором на контролируемом объекте (отверстие, выступ, паз, зубцы зубчатой шестерни и т.п.). Размеры метки должны соответствовать указанным в разделе «Технические характеристики».

## Принцип действия

Функциональная схема датчика приведена на рис. 1

Чувствительным элементом датчика является специальная магнитоуправляемая микросхема (датчик Холла). Постоянный магнит из редкоземельных металлов создает в зазоре **Z** магнитное поле. При вращении зубчатого колеса-индуктора происходит изменение магнитного сопротивления зазора, что вызывает изменение магнитного потока через чувствительный элемент (рис.2) и, как следствие, переключение выходного ключа микросхемы с частотой, определяемой частотой вращения индуктора.

Датчики имеют триггерную выходную характеристику. В датчиках предусмотрена встроенная защита от кратковременных импульсных помех.

Выходными сигналами являются импульсы в токовой петле цепи питания. Частота следования импульсов пропорциональна частоте изменения зазора между датчиком и меткой-индуктором на роторе машины или другом движущемся объекте.

Питание датчика осуществляется от источника постоянного тока. Схема подключения неполярная

## Конструкция

Все элементы датчика расположены в прочном корпусе и изолированы от него специальным компаундом, обеспечивающим высокую герметичность и электрическую изоляцию. Датчики выдерживают воздействие нефтяных масел, разбавленных кислот и щелочей.

Конструктивное исполнение, материалы корпуса, способ установки и крепления, а также габаритно-присоединительные размеры датчиков могут быть выполнены по конкретным требованиям Заказчика.



приложение 2

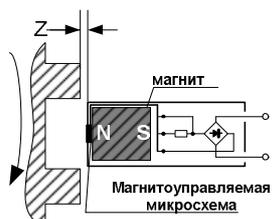


Рис.1

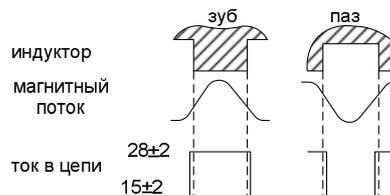


Рис.2

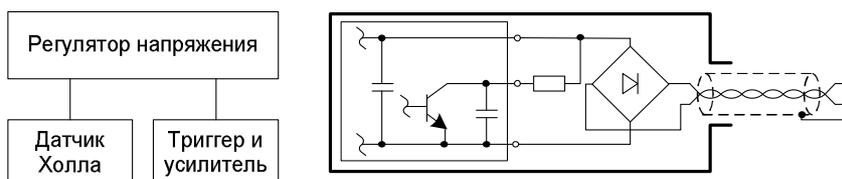


Рис.3

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| Напряжение питания                                       | 7...24 В пост.тока               |
| Выходной сигнал  | Импульсы тока в цепи питания     |
| Схема подключения  | Двухпроводная неполярная         |
| Выходной ток (высокий уровень)*                          | ≥28±2 мА                         |
| Выходной ток (низкий уровень)*                           | ≤ 15 ±2 мА                       |
| Максимальная частота переключения $F_{\text{макс}}^{**}$ | <b>20 кГц</b>                    |
| Рабочий зазор  | <b>1,5±0,5 мм</b>                |
| Минимальные размеры отметок АхВхСхD (см.рис.4)           | <b>6х5х5х4</b>                   |
| Диапазон рабочих температур                              | -40...+120°C                     |
| Температура хранения                                     | -40...+130°C                     |
| Степень защиты оболочкой                                 | <b>IP66</b>                      |
| Материал корпуса   | Латунь<br>Нержавеющая сталь      |
| Кабель   | теплостойкий маслостойкий кабель |
| Материал изоляции  | фторопласт                       |
| Габариты   | См.рис.5                         |

\*При напряжении питания 15 В

\*\*При контроле частоты вращения максимальная частота переключения  $F_{\text{макс}}$  связана с максимальной частотой вращения соотношением

$$F_{\text{макс}} [\text{Гц}] = N_{\text{макс}} [\text{об/мин}] \times Z / 60$$

где  $N_{\text{макс}}$  - максимальная частота вращения

$Z$  – число отметок на индукторе

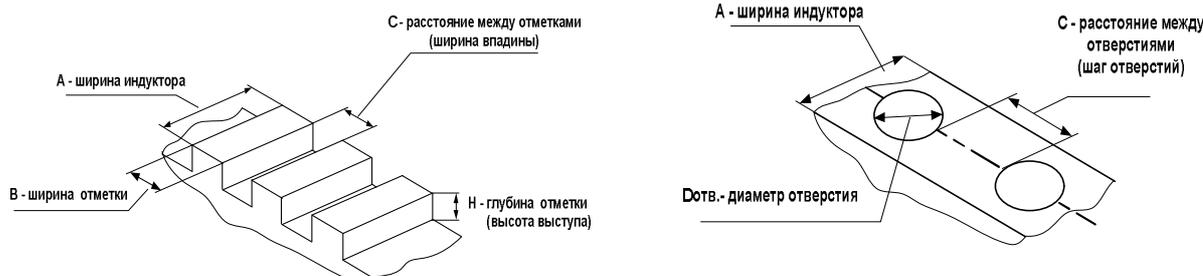
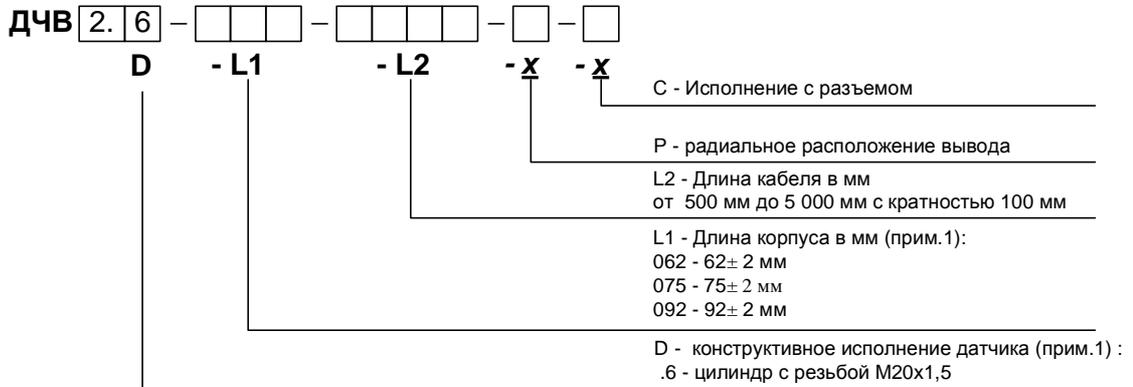


Рис.4. Геометрические параметры индуктора

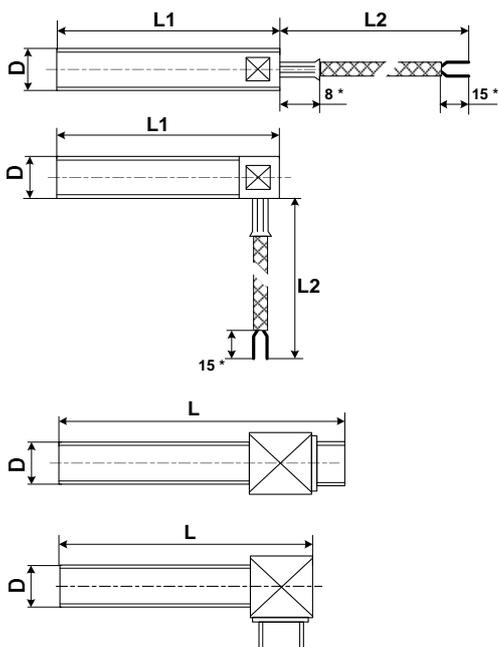


приложение 2

СТРУКТУРА ОБОЗНАЧЕНИЯ ДАТЧИКА ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ПРИ ЗАКАЗЕ



Примечание 1. Указаны базовые исполнения по размерам наружной резьбы и длине корпуса. Размеры и конструктивное исполнение могут изменяться в соответствии с требованиями потребителя



ДЧВ 2.6 - L1 - L2

Исполнение с осевым (O) расположением выводов без разъема

ДЧВ 2.6 - L1 - L2 - P

Исполнение с радиальным (P) расположением выводов без разъема

ДЧВ 2.6 - L1 - L2 - O - C

Исполнение с осевым (O) расположением выводов с разъемом (C)

ДЧВ 2.6 - L1 - L2 - P - C

Исполнение с радиальным (P) расположением выводов с разъемом (C)

Соединительные кабели для датчиков с разъемами (поставка оговаривается при заказе)

Кабель с защитной оболочкой

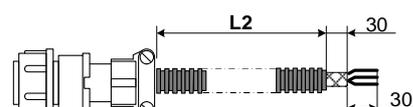
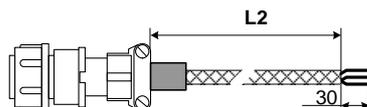


Рис 5.