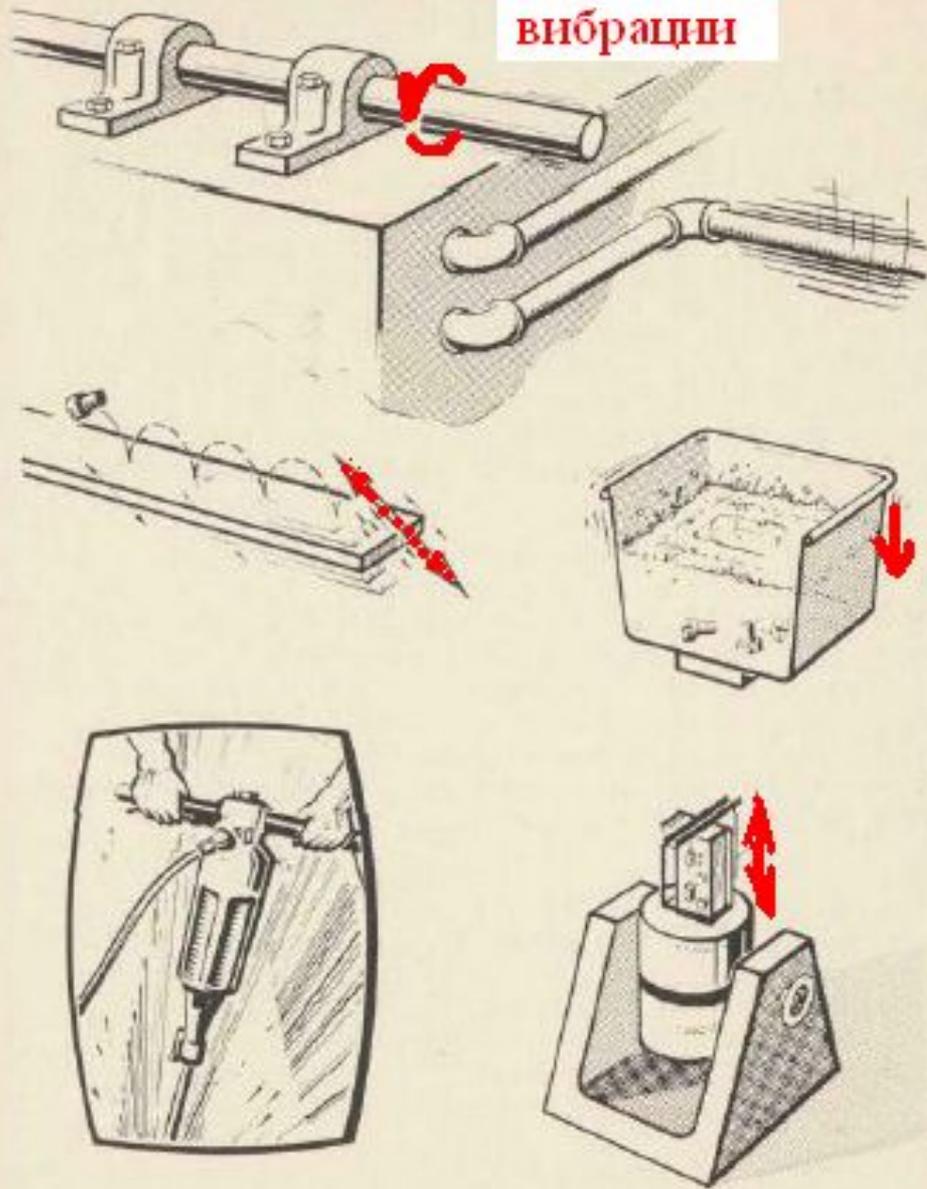


Измерение вибрации

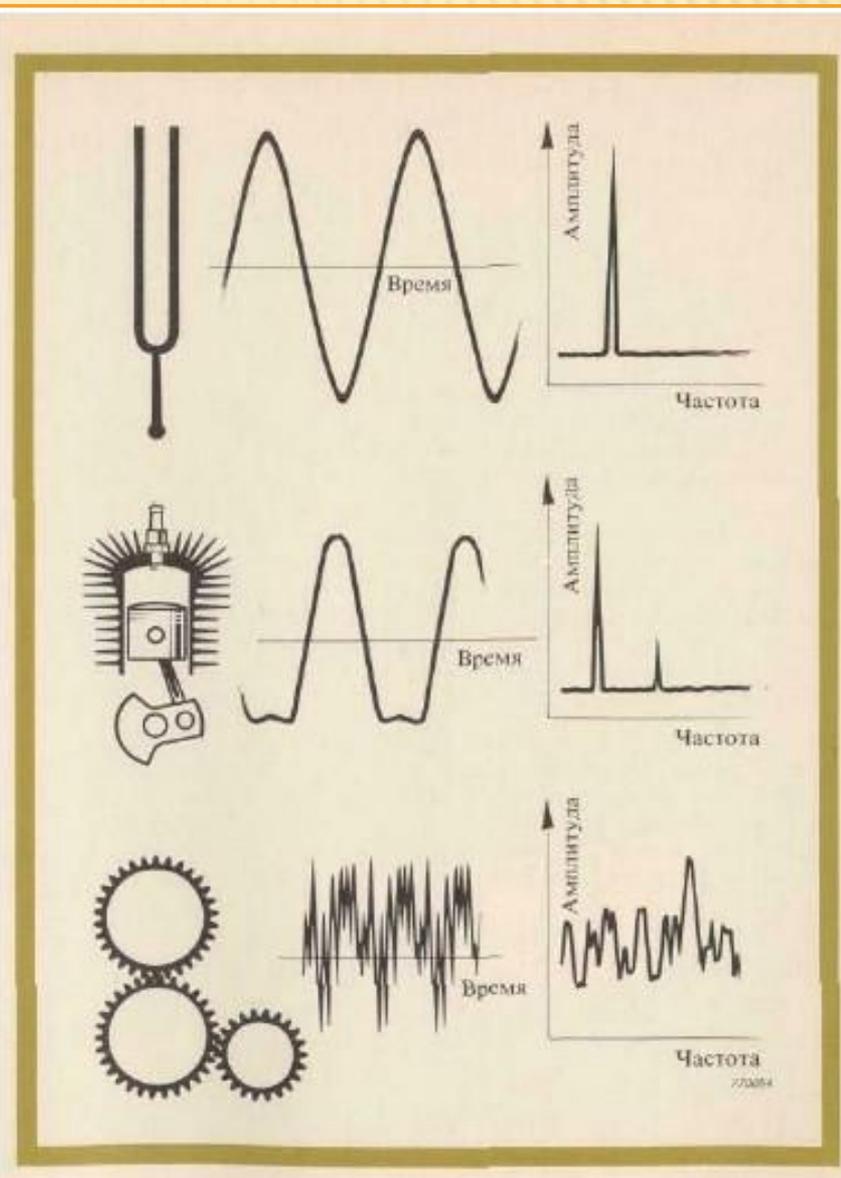
Избежать механических колебаний на практике почти нельзя, так как они обусловлены динамическими явлениями, возникающими из-за наличия зазоров и поверхностных контактов отдельных деталей машин и сил, возникающих при вращении и возвратно-поступательном движении неуравновешенных элементов и деталей. Даже механические колебания с малой амплитудой часто вызывают резонансные колебания других элементов конструкций, усиливаются и становятся важным источником вибрации и шума, разрушения конструкций.

Вибрацию усиливают, переменные силы действующие на ротор (например, магнитные силы, гидравлические силы и т.п). Через масляную пленку подшипников скольжения (или через подшипники качения) колебания передаются на опоры и на фундамент турбины. Величина колебаний зависит от толщины масляной пленки, жесткости опор и фундаментов, массы роторов, опор и фундаментов.

Источники вибрации

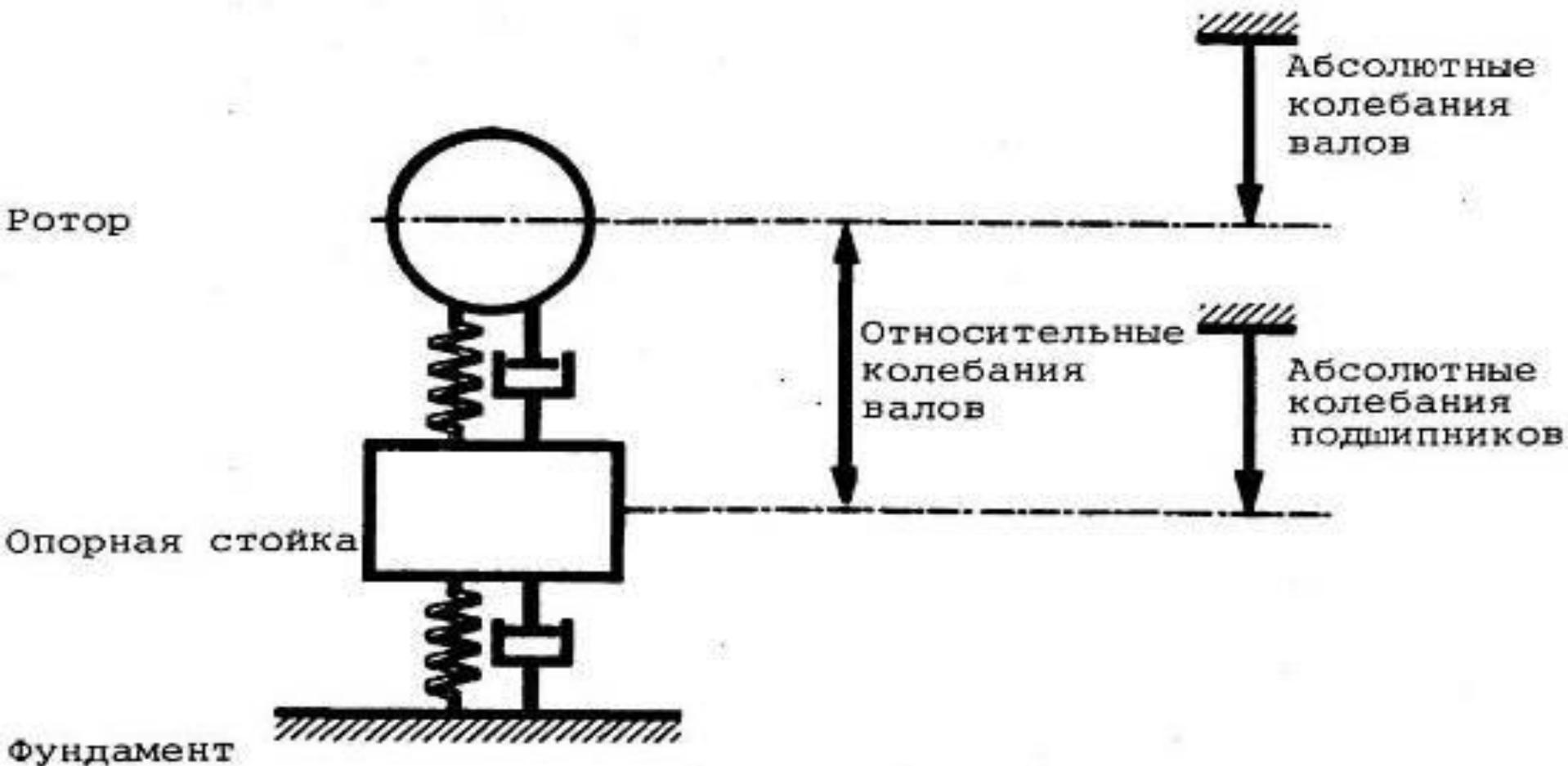


Природа механических колебаний

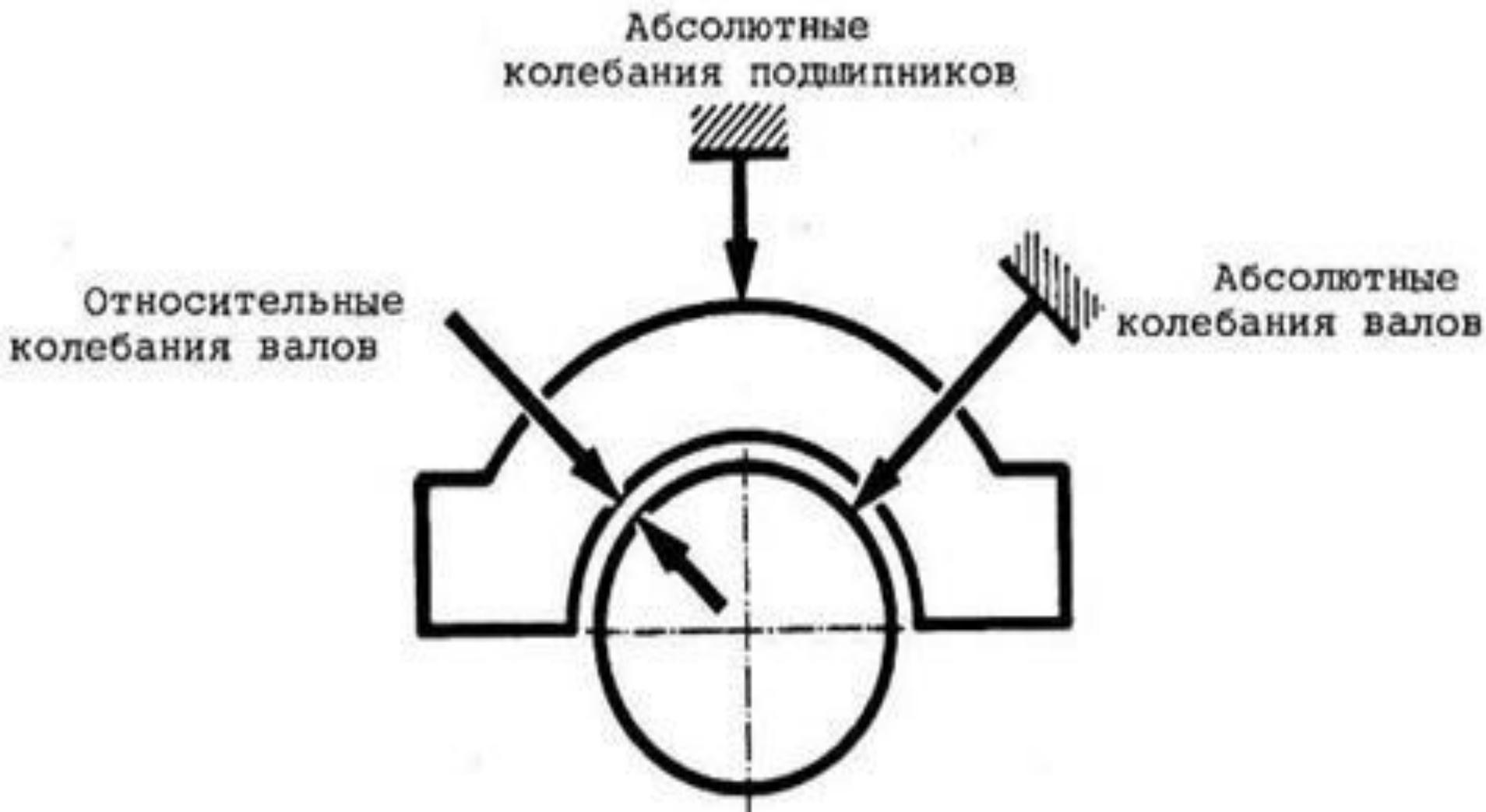


Три вида колебаний:

- 1) Относительные колебания валов – это быстрые движения вала ротора по отношению к вкладышу подшипника.
- 2) Абсолютные колебания опор – под этим подразумеваются быстрые движения вкладыша подшипника и корпуса подшипника по отношению к жесткой опорной точке в пространстве.
- 3) Абсолютные колебания валов – это быстрые движения вала ротора по отношению к жестко установленной опорной точке в пространстве.

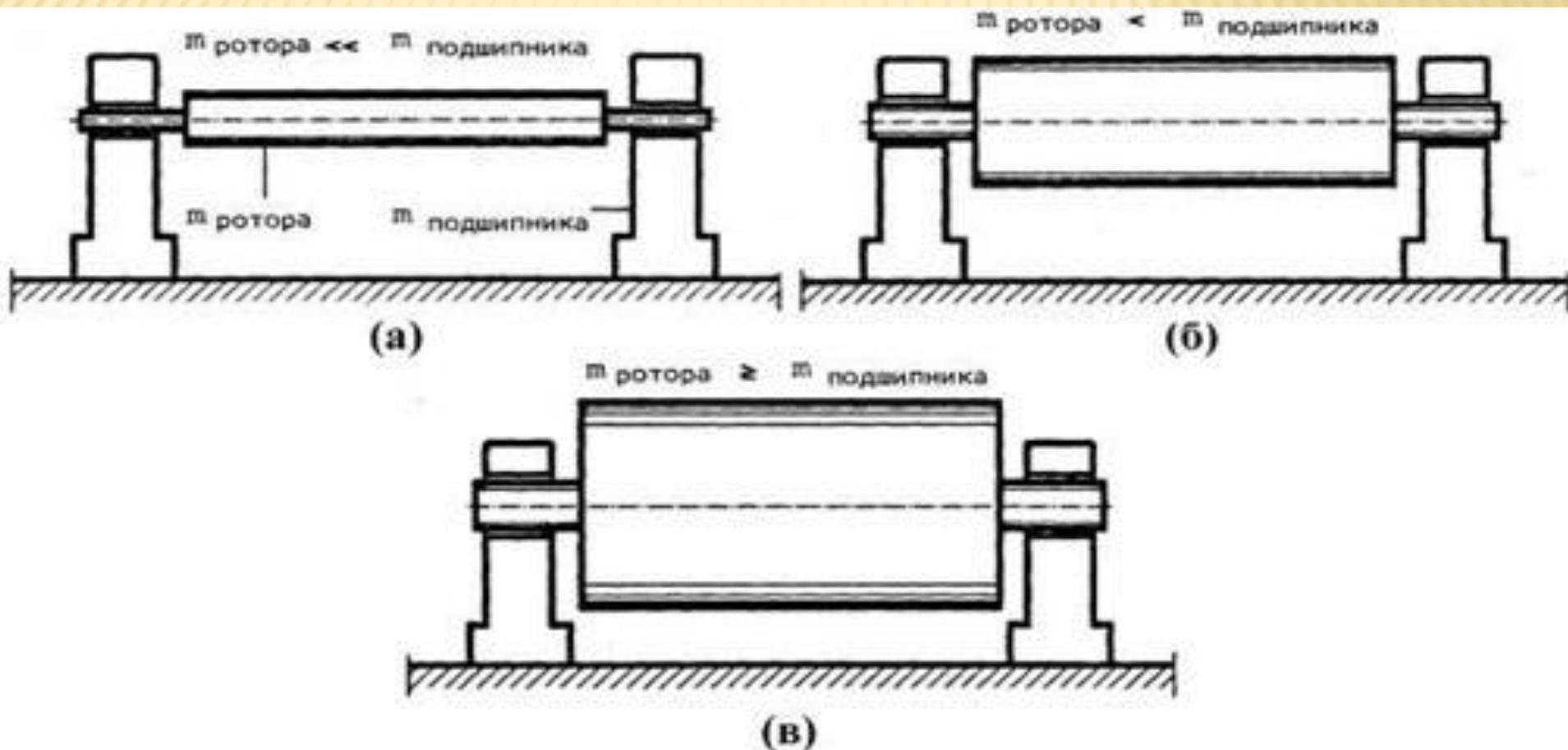


- **Виды колебаний и места их измерения**
- **(на примере подшипника скольжения)**

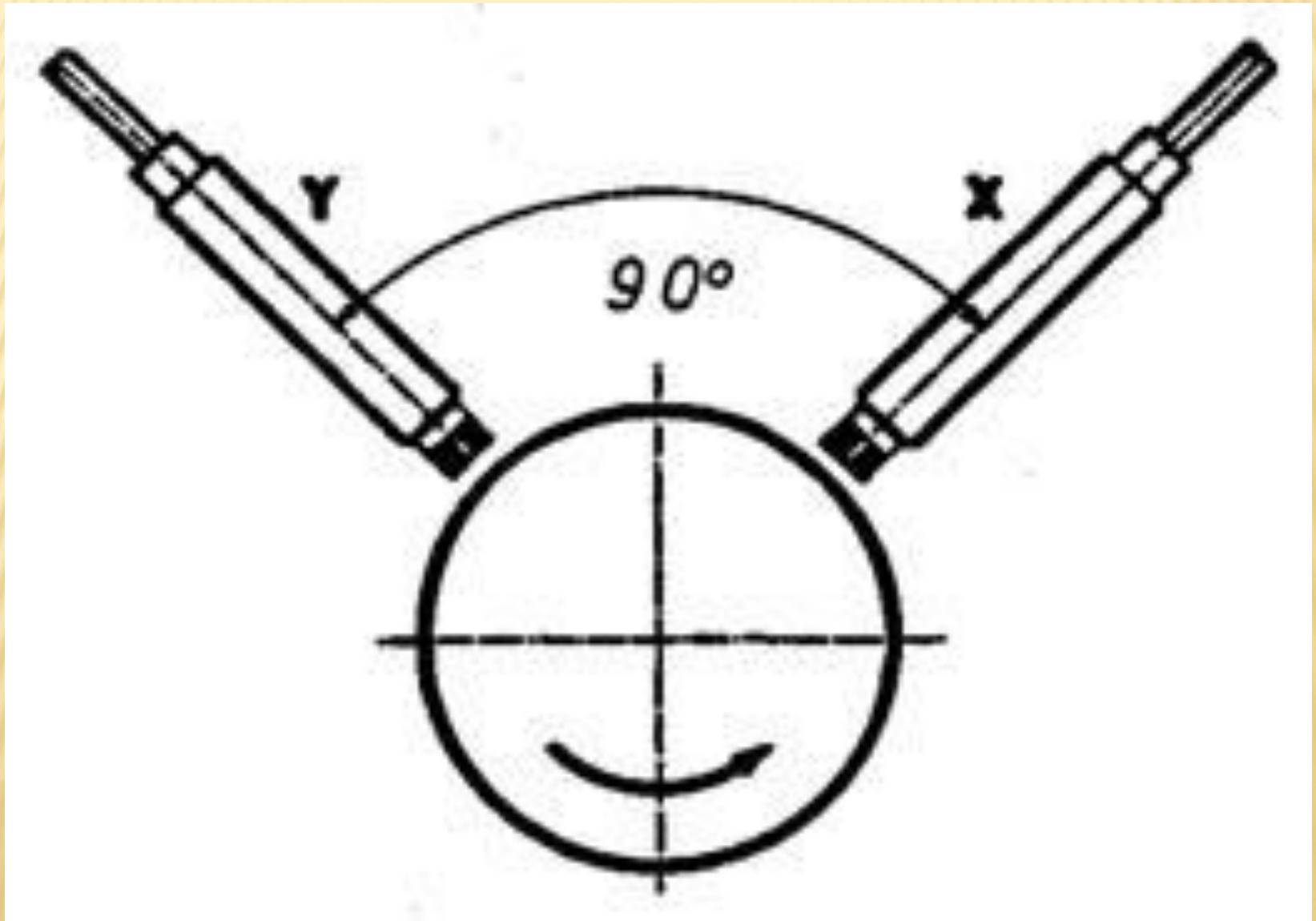


**ЕСЛИ ПРИ ОДИНАКОВОЙ ОПОРНОЙ КОНСТРУКЦИИ МАССА РОТОРА
УВЕЛИЧИВАЕТСЯ, ТО ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВАЛОВ
СТАНОВЯТСЯ МЕНЬШЕ, А АБСОЛЮТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПОДШИПНИКОВ
БОЛЬШЕ.**

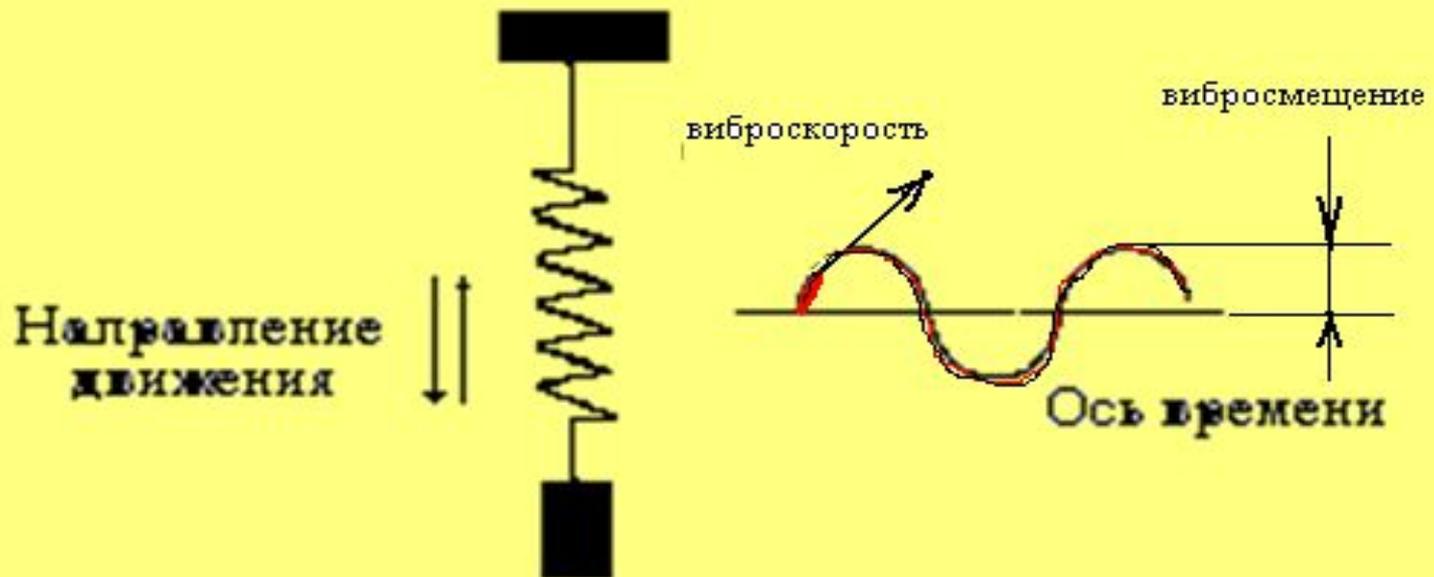
Соотношение масс ротора и подшипника



РАСПОЛОЖЕНИЕ ДАТЧИКОВ ПРИ КОНТРОЛЕ ВИБРАЦИИ



ВИБРОСМЕЩЕНИЕ РАССТОЯНИЕ ОТ ПОЛОЖЕНИЯ
РАВНОВЕСИЯ ДО МАКСИМАЛЬНОЙ ТОЧКИ.
ВИБРОСКОРОСТЬ ПОДЧИНЯЕТСЯ
СИНУСОИДАЛЬНОМУ ЗАКОНУ.
КОГДА СМЕЩЕНИЕ МАКСИМАЛЬНО,
СКОРОСТЬ РАВНА НУЛЮ,
КОГДА СКОРОСТЬ РАВНА НУЛЮ, УСКОРЕНИЕ
МАКСИМАЛЬНО



**Из возможных величин измеряемой вибрации:
вибросмещение, колебательная скорость и ускорение,
решающей величиной для колебаний вала выделено
вибросмещение**

Вибросмещение определяют двумя характеристиками:

- 1) максимальная амплитуда**
- 2) наибольший размах колебаний**

Причем для определения состояния ротора, достаточно одной из этих двух величин. Измерение колебаний вала следует всегда проводить в зоне опоры.

ВИБРОДАТЧИКИ

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРАЦИИ

**КОНТАКТНЫЕ: ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ И
МЕТОД ОТКРЫТОГО РЕЗОНАТОРА**

БЕСКОНТАКТНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

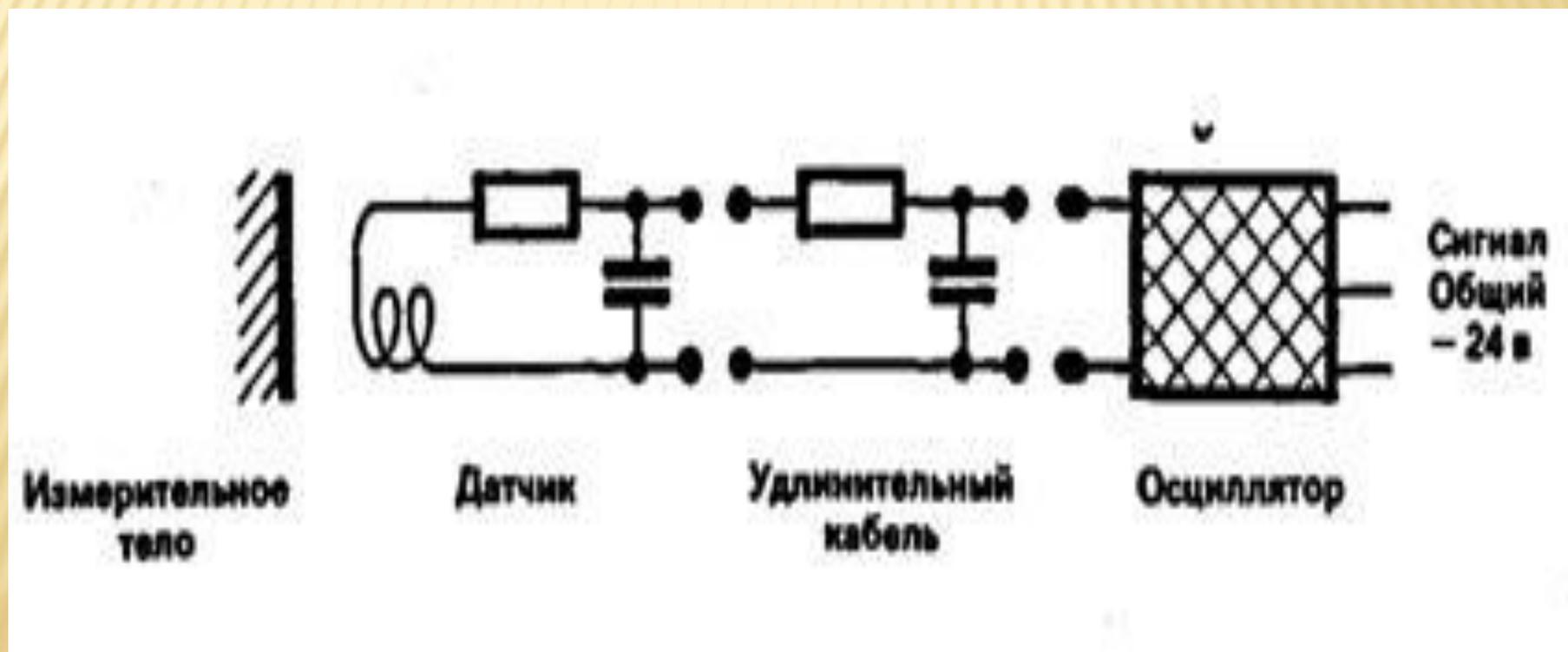
**ВСЕ БЕСКОНТАКТНЫЕ МЕТОДЫ ОСНОВАНЫ НА ЗОНДИРОВАНИИ
ОБЪЕКТА ЗВУКОВЫМИ ИЛИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ВОЛНАМИ.**

**ОДНОЙ ИЗ ПОСЛЕДНИХ РАЗРАБОТОК ЯВЛЯЕТСЯ МЕТОД
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ФАЗОМЕТРИИ, КОТОРЫЙ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В
ИЗМЕРЕНИИ ТЕКУЩЕГО ЗНАЧЕНИЯ РАЗНОСТИ ФАЗ ОПОРНОГО
СИГНАЛА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЧАСТОТЫ И СИГНАЛА, ОТРАЖЕННОГО ОТ
ИССЛЕДУЕМОГО ОБЪЕКТА. В КАЧЕСТВЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА.
БОЛЬШОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОЛУЧИЛИ МЕТОДЫ, ОСНОВАННЫЕ НА
ЗОНДИРОВАНИИ ОБЪЕКТА ВИДИМЫМ СВЕТОМ.**

**МЕТОДЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ ОНИ
ПОДРАЗДЕЛЯЮТСЯ НА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ И РЕЗОНАТОРНЫЕ. В
ОСНОВЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ЛЕЖИТ ЗОНДИРОВАНИЕ
ИССЛЕДУЕМОГО ОБЪЕКТА ВОЛНАМИ ВЧ И СВЧ ДИАПАЗОНОВ**

Вибродатчик бесконтактный, работающий по принципу вихревых токов. Эти датчики охватывают все движения ротора в диапазоне частот от 0 до 10000 Гц.

- Вокруг измерительной катушки образуется электромагнитное переменное поле. Если поднести к этому полю электропроводящее тело в состоянии вибрации, то оно взаимодействует с полем катушки, и это позволяет определить, на каком расстоянии от катушки находится тело.



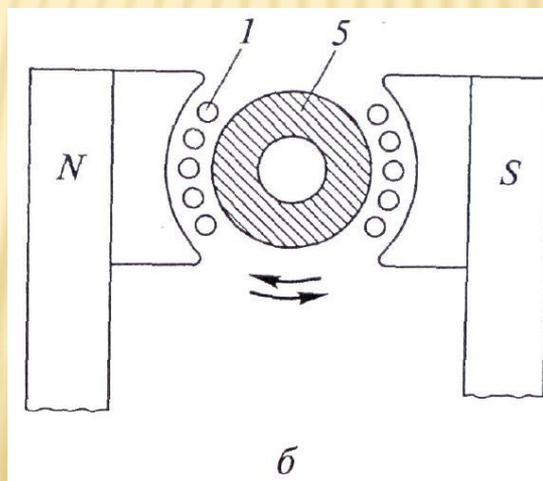
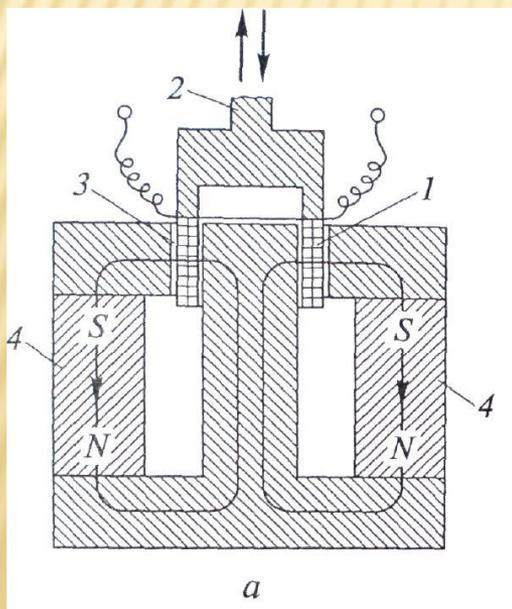
Принцип действия приборов для измерения параметров вибраций и ускорений с помощью электромагнитного поля:

а - Для измерения линейных вибраций; б - для измерения угловых вибраций;

1 - цилиндрическая катушка; 2- вал, связывающий катушку с объектом

измерения; 3 - зазор магнитопровода; 4- постоянные магниты;

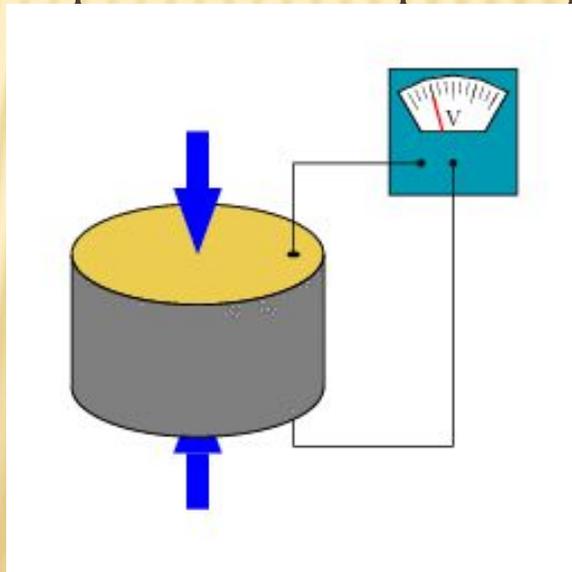
5 - ферромагнитный сердечник



- **Современные датчики вибрации и осевого сдвига работают на основе пьезоэлектрического эффекта.**

Пьезоэлектричество — способность вещества при изменении формы вырабатывать электрическую силу.

Пьезоэлектрики — кристаллы, обладающие свойством при сжатии вырабатывать электрический заряд (прямой пьезоэффект) и обратным свойством под действием электрического напряжения изменять форму: сжиматься/расширяться, скручиваться, сгибаться (обратный пьезоэффект). Пьезоэлектричество открыто братьями Жаком и Пьером Кюри в 1880—1881 гг.

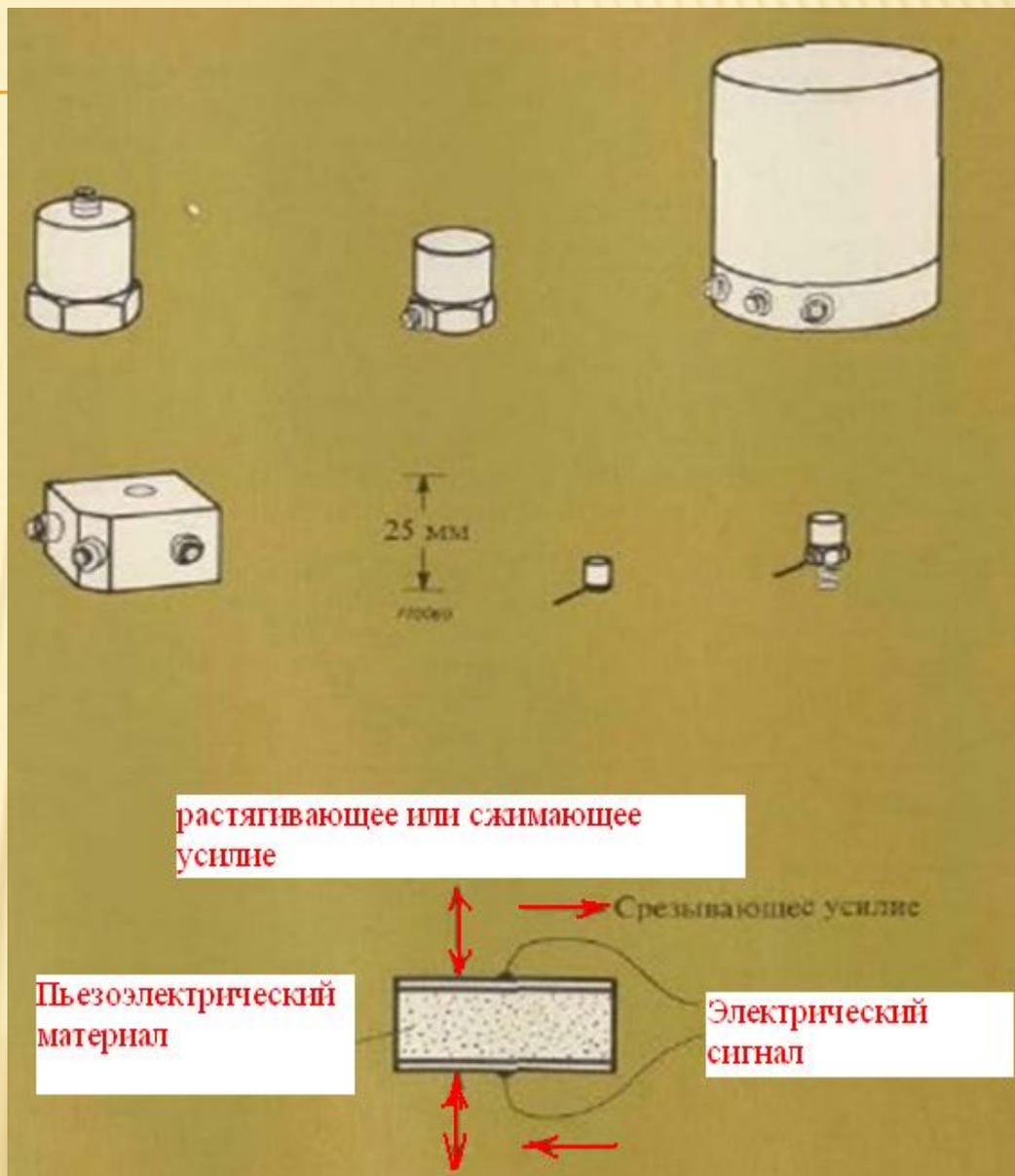


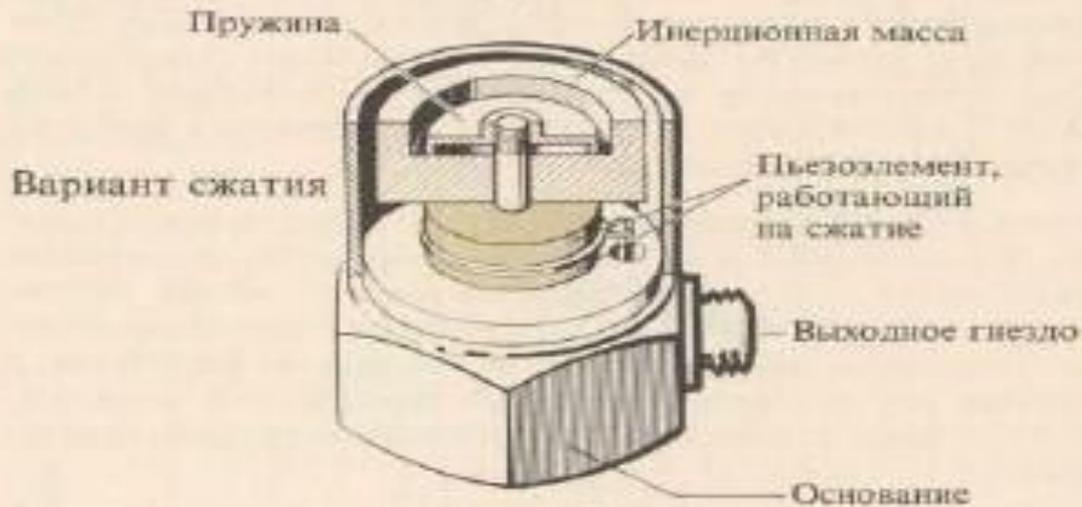
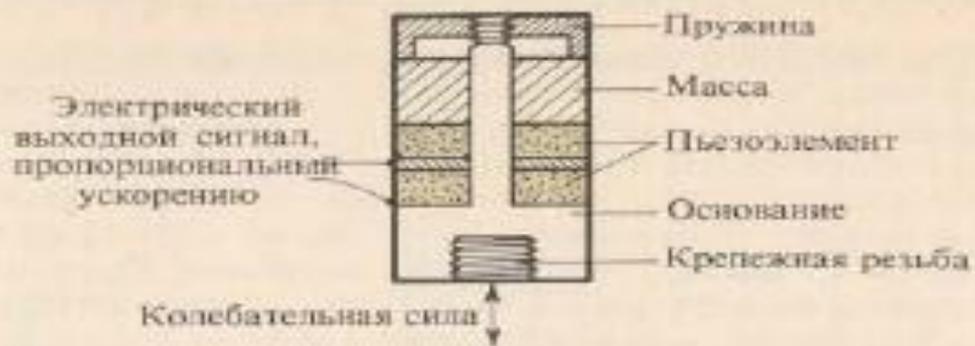
- **Актуаторы** (двигатели) — преобразуют электрическую энергию в механическую.

- **Сенсоры** (датчики, генераторы), наоборот, преобразуют механическую энергию в электрическую.
- Существуют однослойные, двухслойные и многослойные пьезокристаллы.
- Однослойные — под воздействием электричества изменяются в ширину, длину и толщину. Если их растянуть или сжать, они генерируют электричество.
- Двухслойные — могут быть использованы как однослойные, могут сгибаться или удлиняться. «Сгибатели» создают наибольшую величину перемещения относительно других видов, а «расширители», будучи более упругими, развивают гораздо большее усилие при гораздо меньшем перемещении.
- Многослойные — развивают наибольшую силу при минимальном перемещении (изменении формы).
-

Вибродатчики, работающие с использованием пьезоэффекта

При растяжении, сжати или сдвиге пьезоэлектрический материал электризуется, а электрический заряд пропорционален силе воздействия.

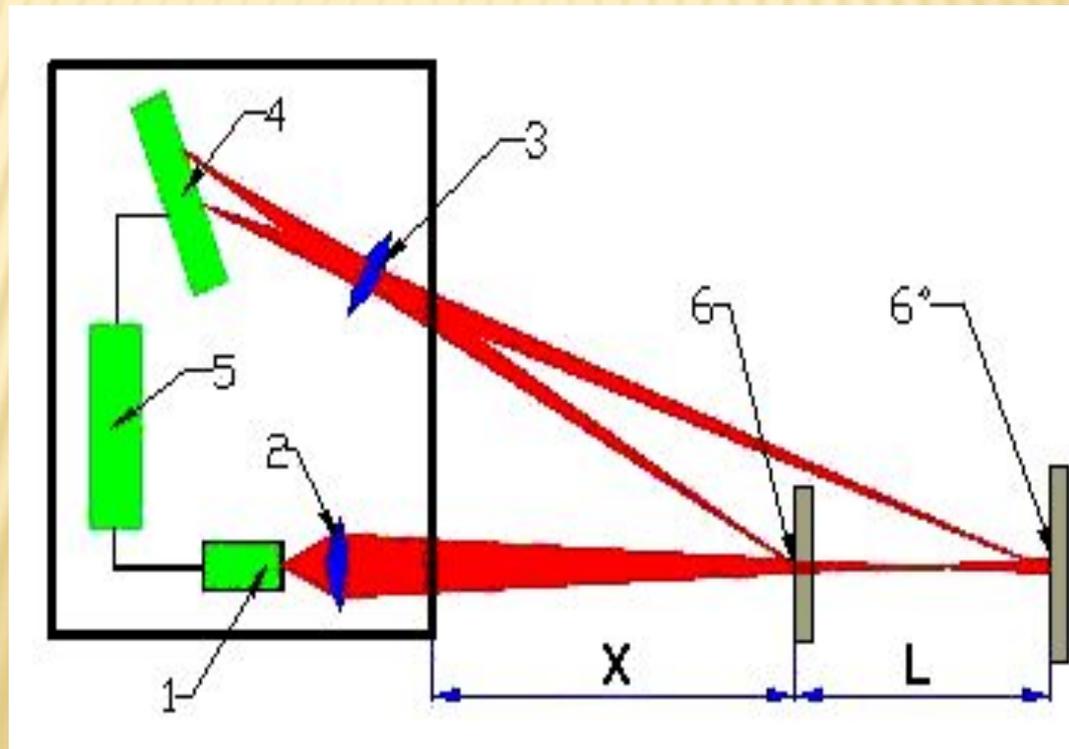




Принцип работы лазерного вибродатчика

Излучение полупроводникового лазера 1 фокусируется объективом 2 на объекте 6. Рассеянное на объекте излучение объективом 3 собирается на ССД-линейке 4. Процессор сигналов 5 рассчитывает расстояние до объекта по положению изображения светового пятна на линейке 4. Датчики предназначены для бесконтактного измерения и контроля положения, размеров, деформаций, вибраций, сортировки, распознавания технологических объектов; измерения уровня жидкостей и сыпучих материалов.

Серия включает три модельных ряда: **РФ603** - быстродействующие датчики с рабочим диапазоном от 2 до 1000 мм, **РФ600** – датчики с увеличенным базовым расстоянием, **РФ605** – недорогие, малогабаритные датчики



□ Датчики вибрации IFM Electronic серии VK

Принцип действия

- микромеханический датчик ускорения, емкостной принцип,
- Частотный диапазон 10.. 1000 Гц



Виброметр BALTECH VP-3410 предназначен для контроля вибрации дымососов, вентиляторов и вент. агрегатов с целью контроля их технического состояния.

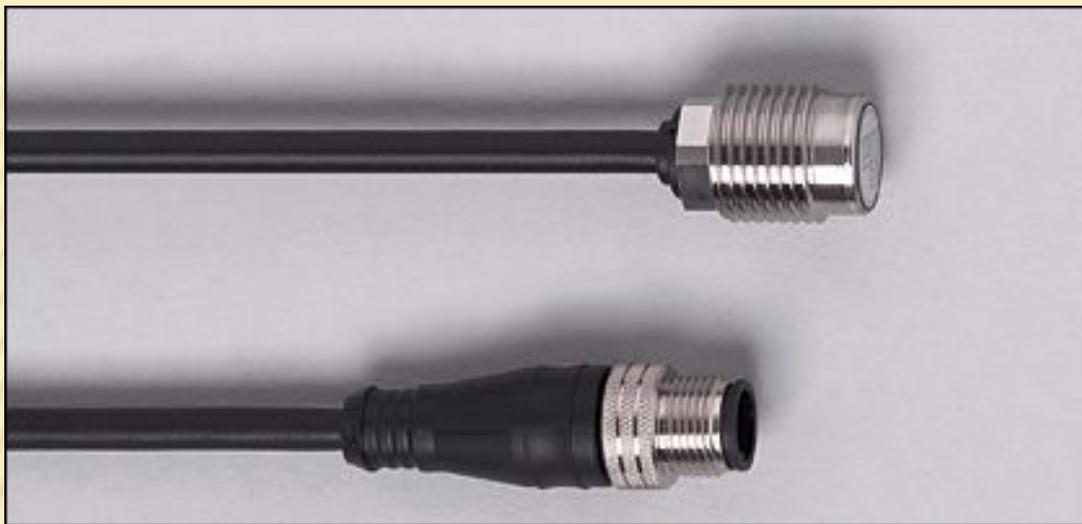
Конструктивно виброметр BALTECH VP-3410 состоит из электронного прибора и пьезодатчика. Пьезодатчик соединяется с прибором с помощью кабеля. Тип датчика: пьезоэлектрический датчик ускорения.



Виброметр BALTECH VP-3405-2

предназначен для измерения трех параметров вибрации вентиляторов (дымососов) — виброускорения (пиковое значение) виброскорости (СКЗ) и виброперемещения (размах).





Микромеханический датчик
ускорения / емкостной принцип /
одна ось измерения

ДАТЧИКИ ВИБРАЦИИ VSA / VSE

Принцип действия:
Микромеханический датчик
ускорения / емкостной принцип
/ одна ось измерения



УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВИБРОАНАЛИЗАТОР СБОРЩИК ДАННЫХ



- **Применение:**
- **Измерение вибрации - виброускорения, виброскорости, виброперемещения;**
- **Спектральный анализ вибрации для выявления неисправностей (электродвигателей, насосов, вентиляторов, дымососов, компрессоров, турбин, генераторов и т. д.).**
- **Выполнение необходимых измерений и расчётов для выполнения динамической многоплоскостной балансировки механизмов в собственных подшипниках, на эксплуатационных режимах.**
- **Контроль состояния подшипников скольжения.**