



Основана в 1915г.

Более 80 лет на службе промышленной автоматизации

Мировой производитель КИПиА

Признана ISA INTECH, декабрь 1992

Токио, Япония

Штаб-квартира

Доходность

Общая консолидированная доходность \$ 2 300 000 000

Лидер в отрасли

Один из активных учредителей Foundation Fieldbus

Приверженность

Международному сотрудничеству,
Более 3 000 инженеров по автоматизации в 28 странах

Лидер в автоматизации

Первая компания, выпустившая PCSU,
июнь 1975

Представительства

70 компаний за пределами Японии, включая 16 заводов

Портфолио Продукции

◆ Широкий диапазон продукции во многих отраслях



Расход



Аналитика



Температура



Давление



Позиционеры



Уровень



**COLLABORATIVE SOLUTIONS
GUARANTEED!**

◆ Постоянное расширение портфолио продукции

◆ Ускорение глобального сотрудничества



DPHARF



YOKOGAWA

EJA

Цифровые датчики давления



Преобразователи Давления Серии DP^{harp}



**За гранью
привычного...**



Чувствительный элемент – сердце датчика

DPharp История



- ◆ Передовые технологии и проверенное качество.
- ◆ Простая конструкция и лучшие характеристики.

YOKOGAWA

1980's

1990's

2000's

Аналоговый □ Емкостные □

UNI Delta

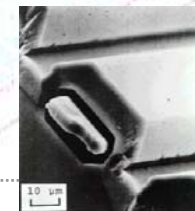
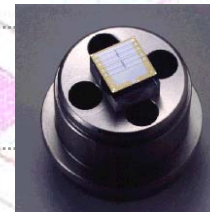
Цифровой □ Кремниевый резонатор □

1991

DPharp EJ

1994

EJA





Главным элементом, определяющим метрологические и важнейшие технические характеристики датчика, является сенсор

Все характеристики сенсора определяются в первую очередь его принципом действия и в существенно меньшей степени совершенством технологии изготовления.

На сегодняшний день в серийно выпускаемых датчиках разности давлений применяются четыре основных принципа измерения:

- **емкостной**
- **тензорезистивный и пьезорезистивный**
- **резонансный**

Сегодняшние проблемы...

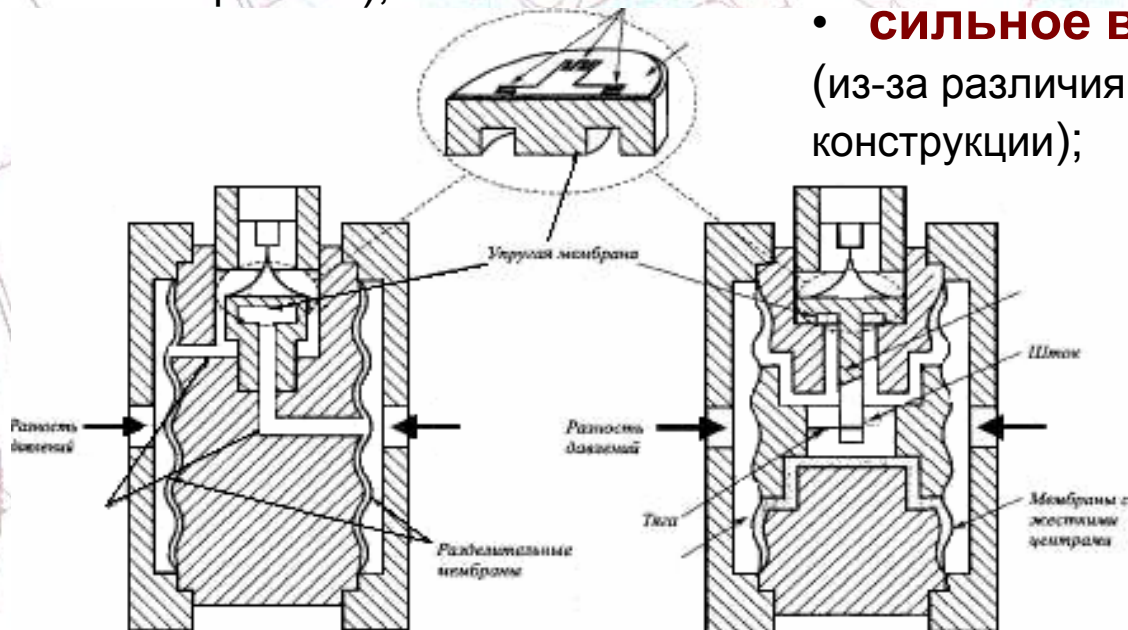
- ◆ Механический гистерезис
- ◆ Температурная стабильность
- ◆ Разрешение сенсора
- ◆ Влияние рабочего давления
- ◆ Отношение сигнал/шум
- ◆ Влияние перегрузки
- ◆ Низкая глубина перестройки шкалы
- ◆ Долговременная стабильность
- ◆ Сложная настройка
- ◆ Ошибка при перестройке шкалы

Тензорезистивный принцип измерения



- **нелинейный выходной сигнал сенсора;**
- **значительные гистерезисные явления и нестабильность** (из-за неоднородности конструкции и "усталости" металла мембраны);
- **сильное влияние температуры** (за счет различия коэффициентов температурного расширения элементов сенсора и изменения электропроводности кремния);

- **сильное влияние статического давления** (из-за различия упругих свойств элементов конструкции);

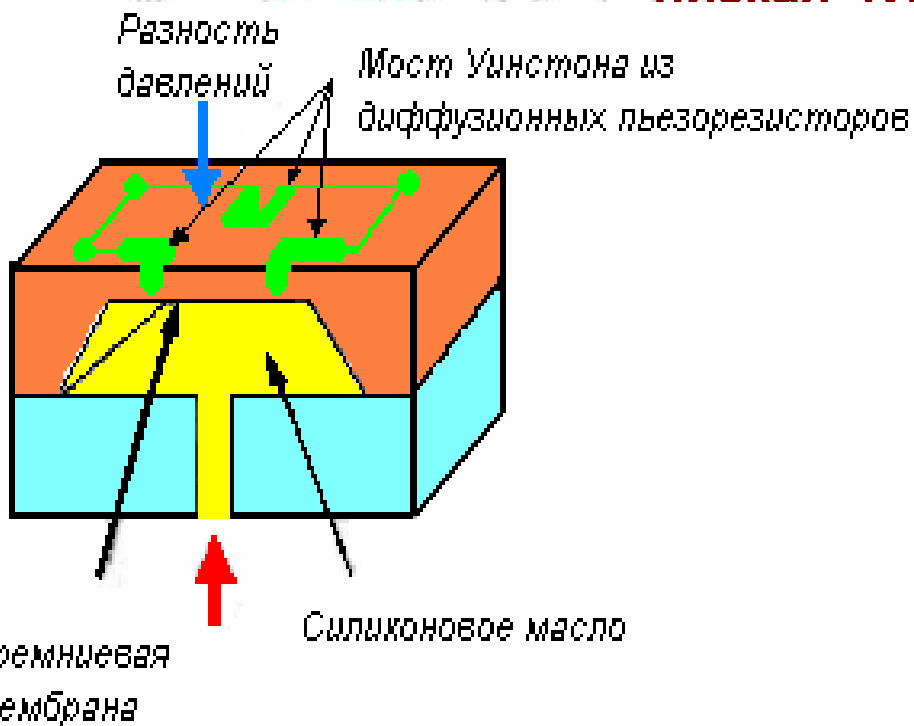


- **низкая чувствительность** (в пределах 1 %);
- **аналоговый выходной сигнал** (необходимо усиливать и оцифровывать).

Пьезорезистивный принцип измерения



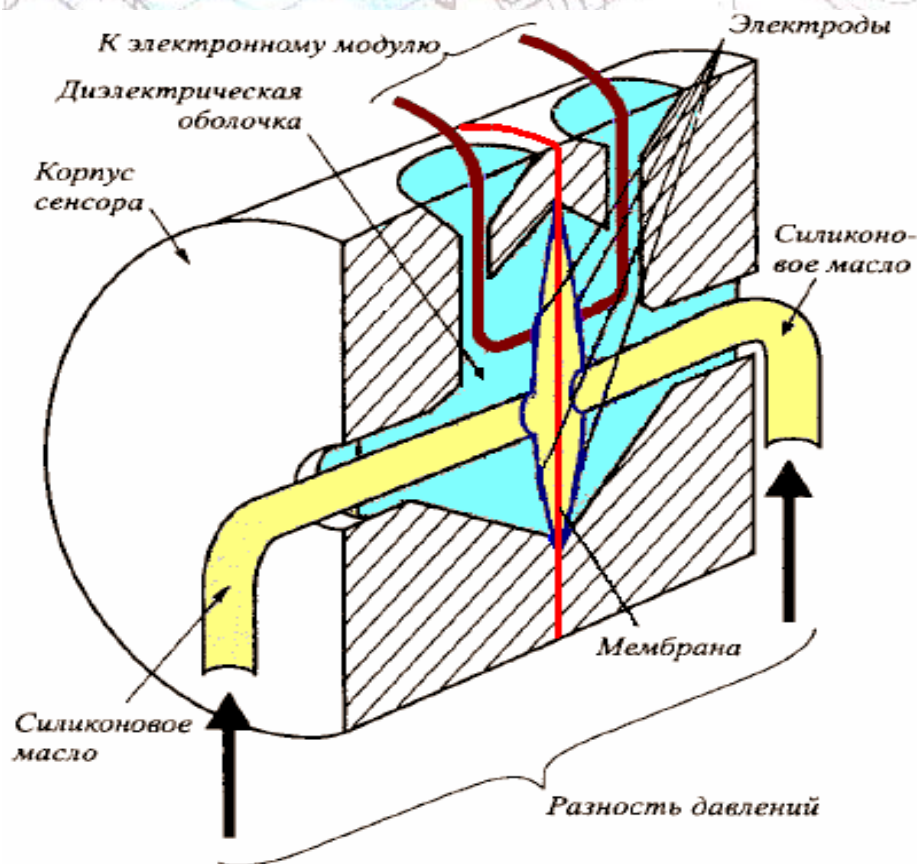
- **недостаточная стабильность** (фактором дрейфа является загрязненность примесями);
- **сильное влияние температуры** (за счет изменения удельного сопротивления пьезорезисторов);
- **существенное влияние** статического давления;
- **низкая чувствительность** (в пределах 2...5%);
- **наличие нелинейности**;
- **аналоговый выходной сигнал** (необходимо усиливать и оцифровывать).



Емкостной принцип измерения



- **нелинейный выходной сигнал сенсора;**
- **значительный гистерезис** (из-за неидеальных упругих свойств мембраны);
- **сильное влияние статического давления** (за счет изменения диэлектрической проницаемости заполняющей жидкости);



- **существенное влияние температуры** (за счет температурного расширения элементов сенсора и изменения диэлектрической проницаемости);
- **недостаточная стабильность** (из-за "усталости" материала мембраны);
- **чувствительность к вибрации** (резонансная частота колебаний мембраны находится в пределах спектра промышленных вибраций).
- **аналоговый выходной сигнал** (необходимо усиливать и оцифровывать).



Emerson в своем патенте на датчик 3051S признает преимущество кремниевого резонатора :

(Патент США № 6,082,199)

..чувствительные элементы датчиков давления, сделанные на базе металлических частей, имеют проблемы с гистерезисом, усталостью материала и релаксацией.

Керамические сенсоры формируются из матрицы кристаллов, обычно приваренных к кремниевому стеклу, и также демонстрируют те же проблемы. Сделанные на основе стекла сенсоры подвержены нестабильности из-за фазовых превращений и изменения вязкости стекла.

На сегодня четко ясно, что совершенные упругие свойства имеют только материалы, имеющие единую монокристаллическую решетку, и что сенсоры, изготовленные на базе таких материалов, могут дать значительно более лучшую точность и стабильность.

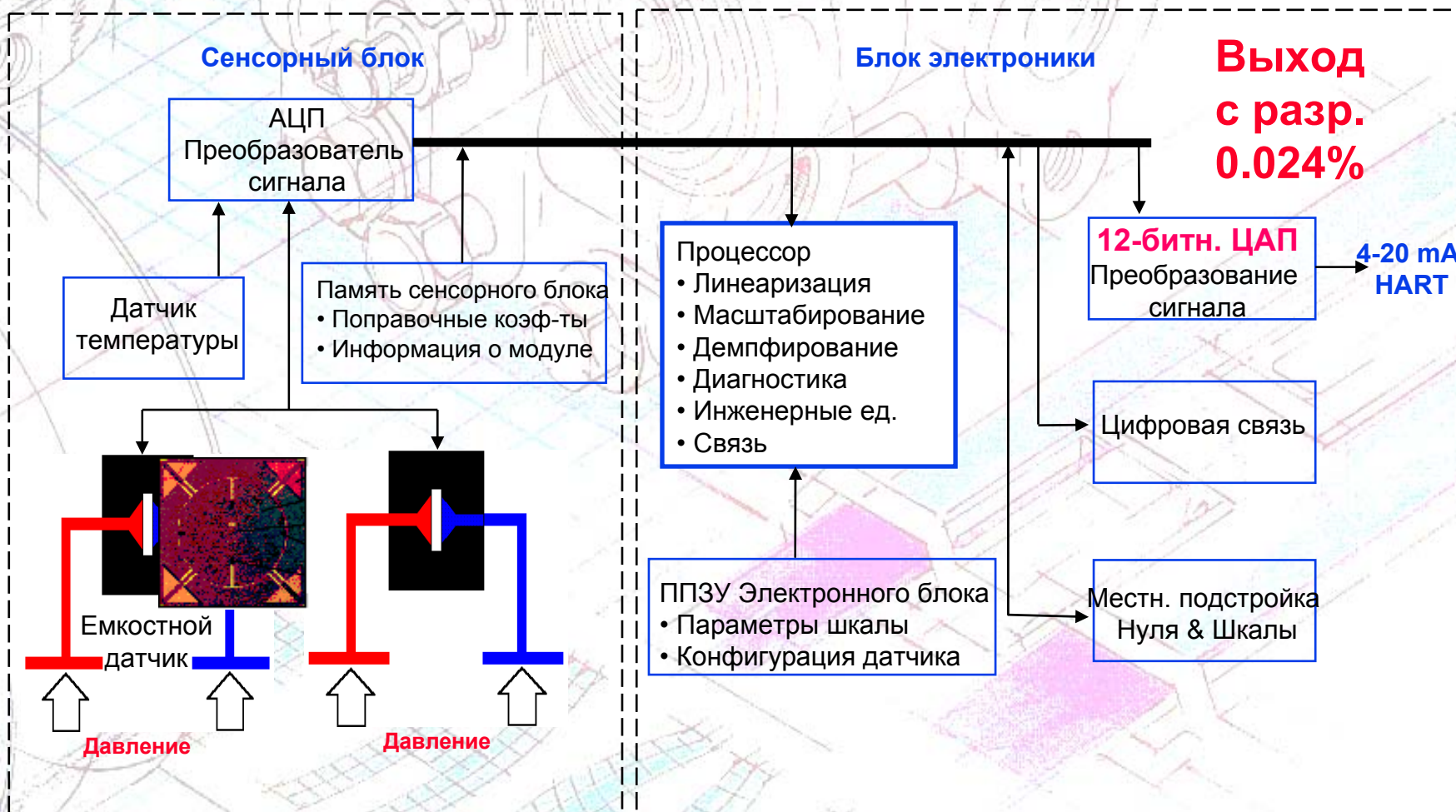


Все разработчики датчиков вынуждены признать, что емкостной и пьезорезистивный методы измерения давно исчерпали себя.

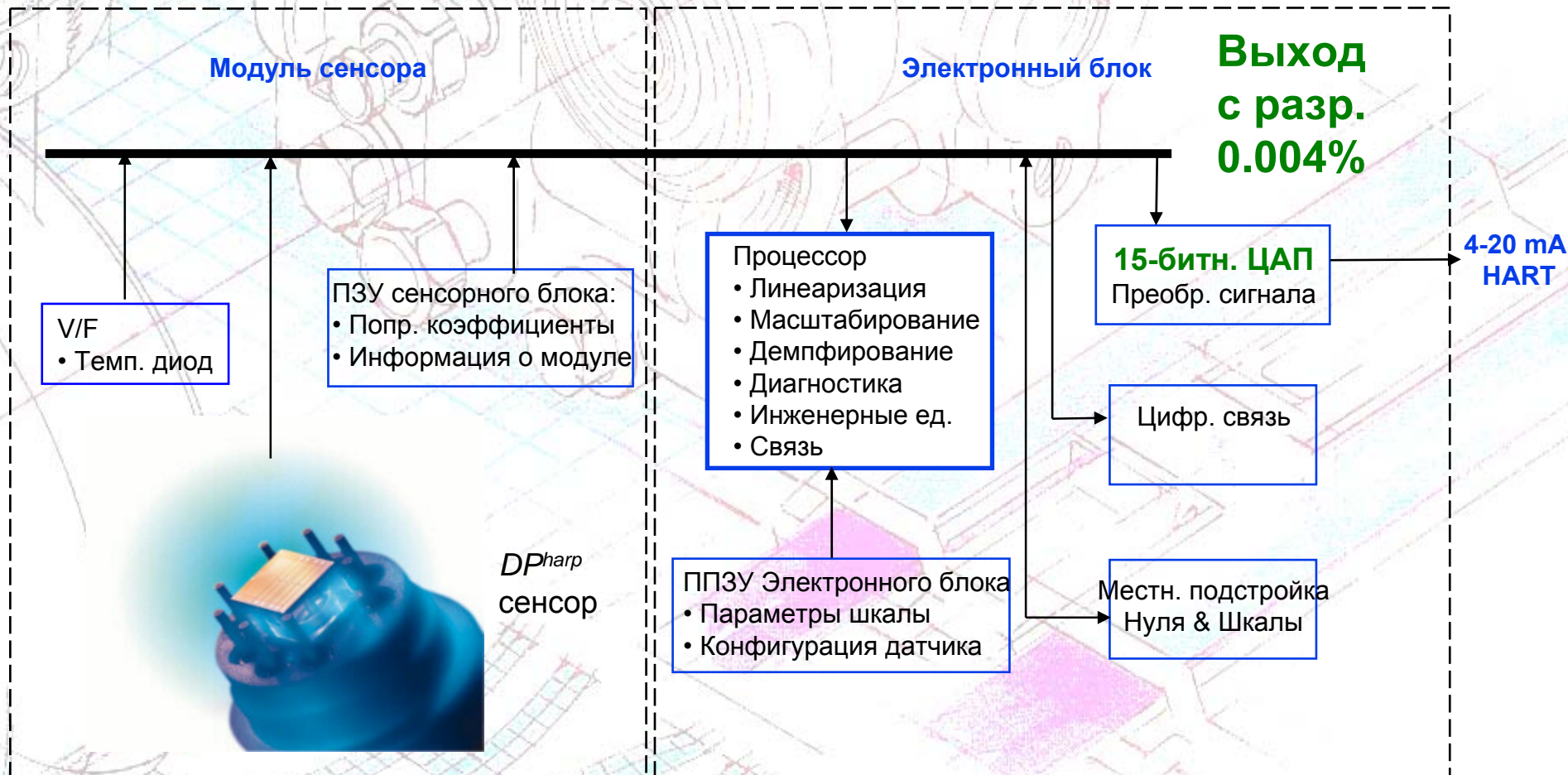


Тип сенсора	Пьезосопротивление (R пл. от деформации)	Емкостной (C от перемещения)	Резонатор (частота от деформации)
Конструкция	<p>Si стекло Пьезосопротивление</p>	<p>Мет. электрод</p>	<p>Резонаторы Si</p>
Вых. сигнал	$R=2 \text{ to } 5k \Omega$	$C= 50 \text{ to } 100pF$	$f=50 \text{ to } 100kHz$
Чувств-ть	$\Delta R/R = 2 \text{ to } 5\%$	$\Delta C/C = 15 \text{ to } 20\%$	$\Delta f/f = 20\%$
Воздействие температуры	Сопротивление также зависит о темп-ры $0.25\%/50 \text{ град.С}$	Темп. перекоc из-за разных коэф. расш. $0.25\%/50\text{град.С}$	$0.08\%/50 \text{ град.С}$
Воздействие давления	Сопротивление также зависит о давления $0.1\%/10MPa$	Перекоc из-за разных упругих свойств $0.05\%/10MPa$	$0.01\%/10MPa$
Факторы дрейфа	Загрязнение, диффузия примесей	Усталость материала, остаточные деф-ции	отсутствуют

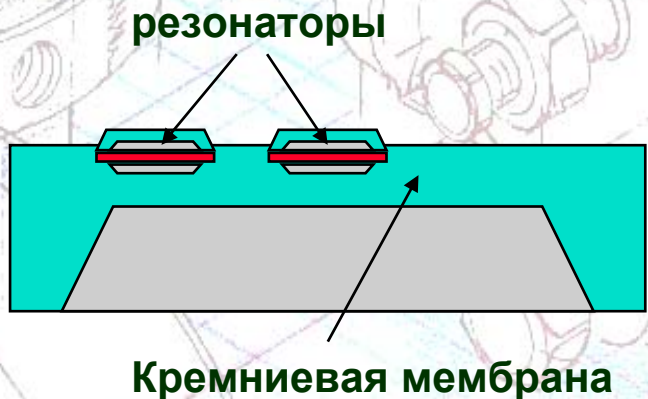
Типичный пример датчика с емкостным или пьезорезистивным сенсором



Частотный выход – сразу с сенсора



Самые передовые полупроводниковые 3D-технологии ... у Вас в руках.



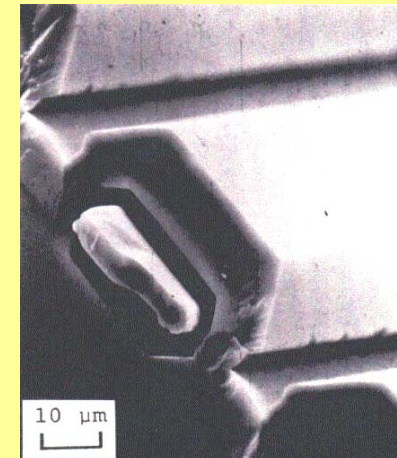
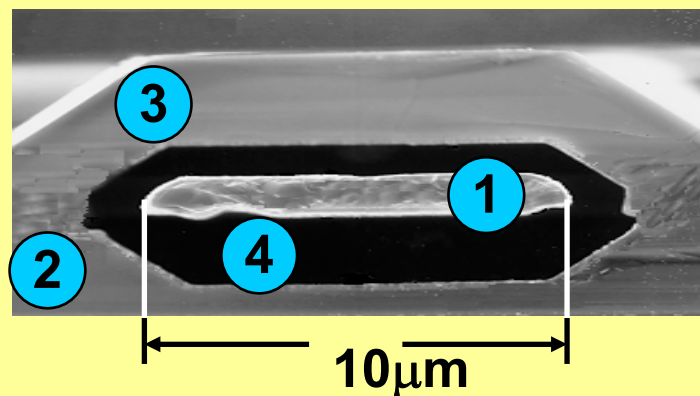
1. Резонатор

2. Кремниевая мембрана

3. Запирающая капсула

4. Вакуумная полость

Вид резонатора под электронным микроскопом



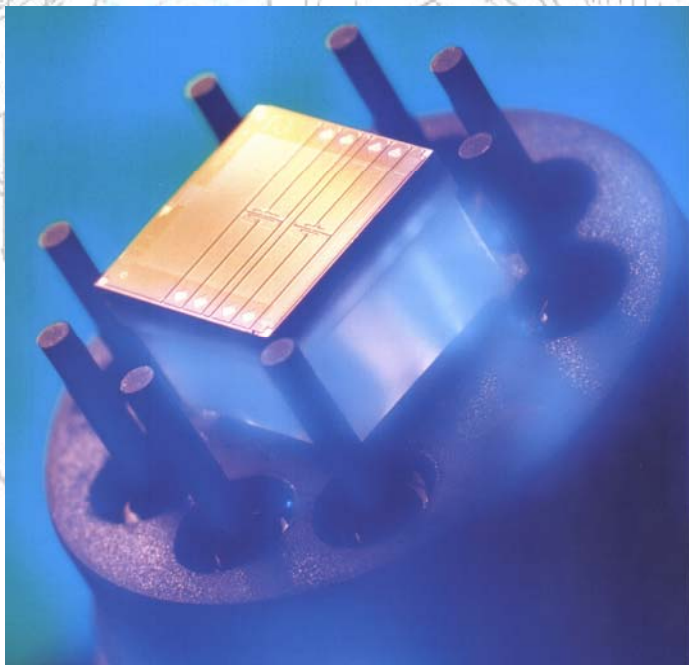
чувствительный элемент - целиком один монокристалл

идеальные упругие свойства



Нет гистерезиса!

Кремниевый резонатор – это...



◆ Единая монокристаллическая структура

- ✓ Идеальные упругие свойства
- ✓ Полное отсутствие гистерезиса
- ✓ Стабильность кварцевых часов

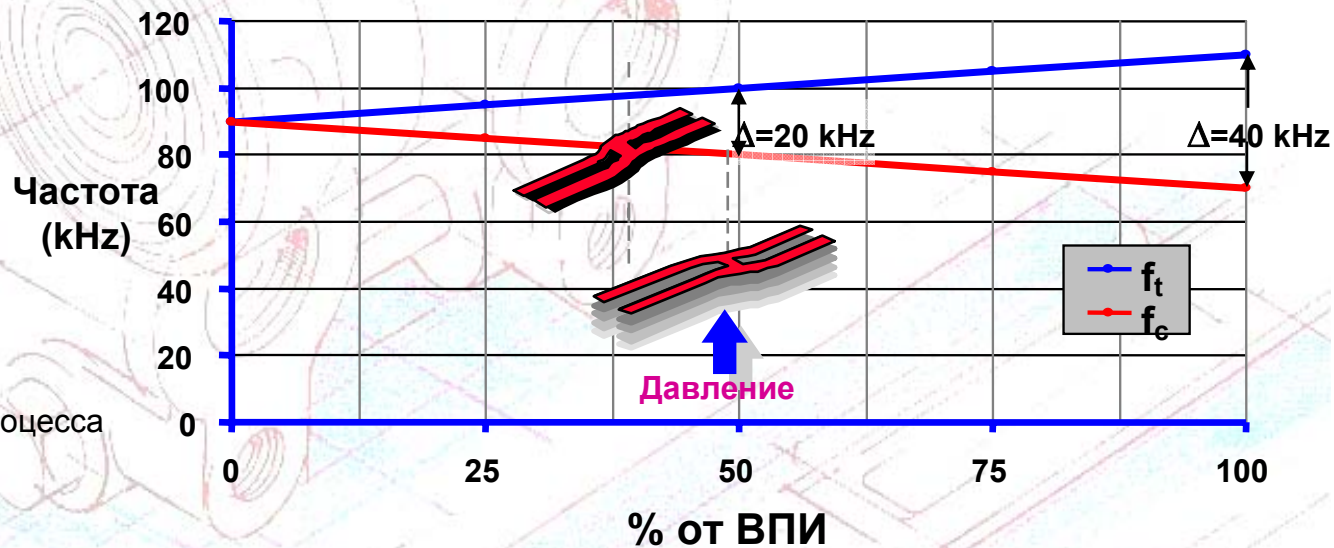
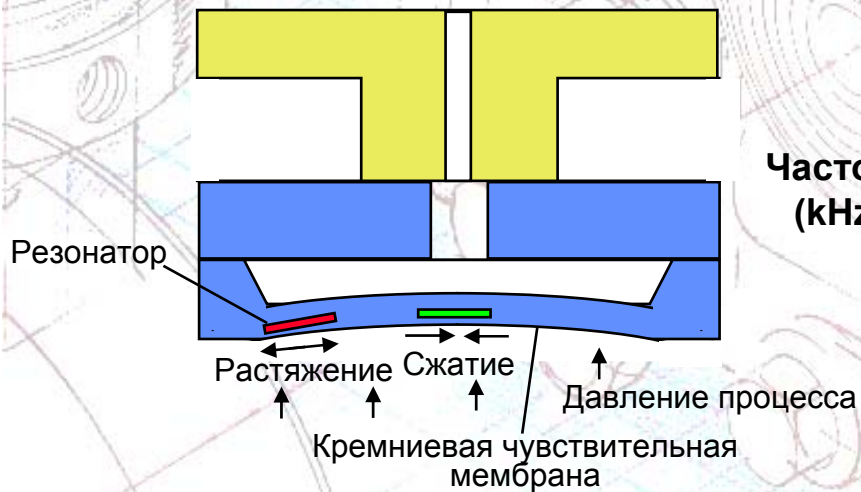
◆ Мультисенсорный дифференциальный резонансный сенсор

- ✓ Симметричный выходной сигнал
- ✓ аппаратная компенсация влияния температуры и статического давления
- ✓ Измерение одним сенсором сразу 3-х параметров (Т, Р и ΔP)

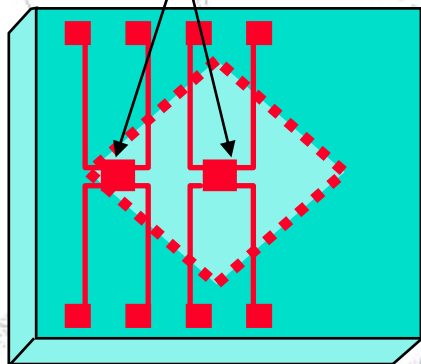
◆ Частотный выход сразу с сенсора

- ✓ Высокая точность и разрешение 0,004%
- ✓ Широкий диапазон перенастройки шкалы
- ✓ Низкое соотношение шум/сигнал

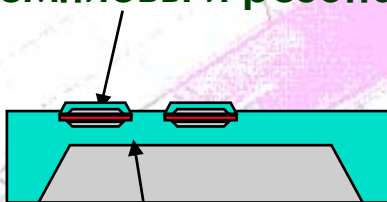
Частотно-резонансный метод измерения



2 резонатора

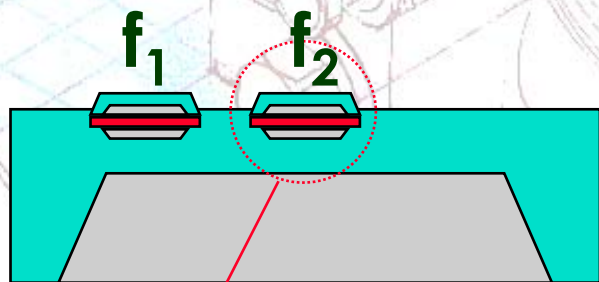


Монокристаллический кремниевый резонатор



Кремниевая мембрана

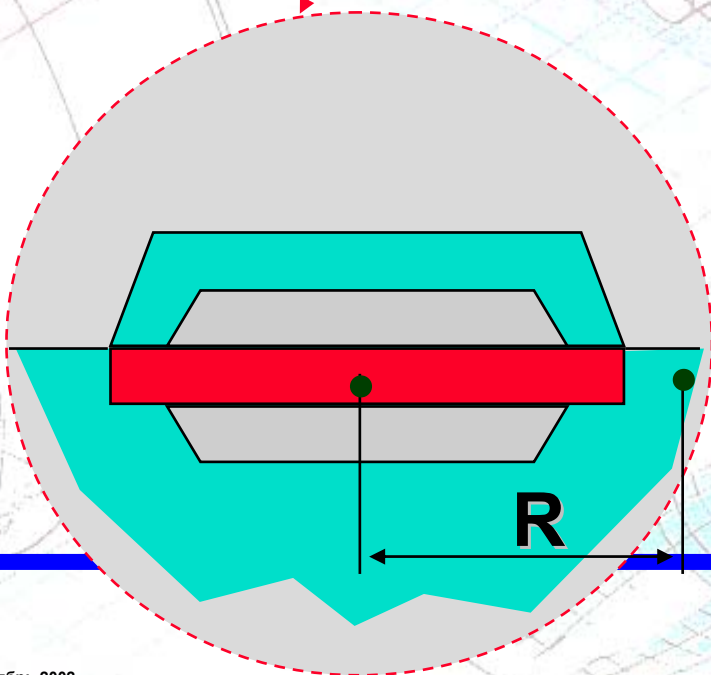
Кремниевый резонатор - мультисенсорный датчик



$$f_1 - f_2 =$$

(Частота)

Пропорциональна
дифференциальному
давлению



$$f_1 + f_2 =$$

(Частота)

Пропорциональна
статическому давлению

$$R =$$

(Сопротивление)

Пропорционально
температуре

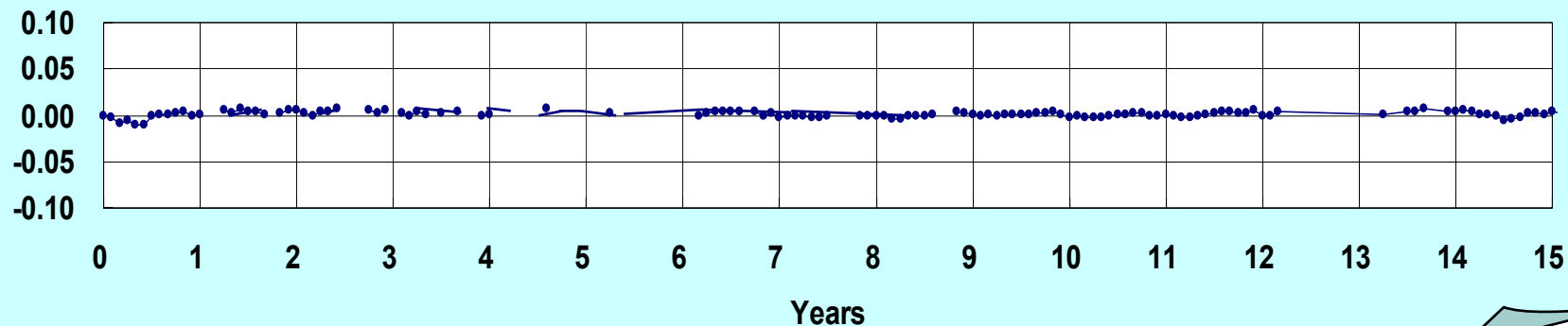


Стабильность – в самом принципе измерения

Всего два параметра определяют резонансную частоту - МАССА и ДЛИНА

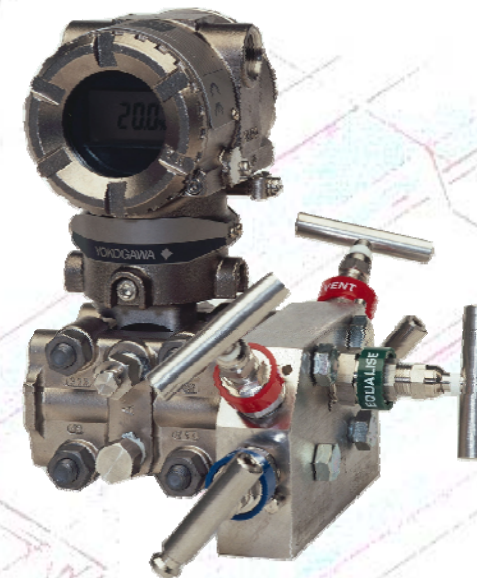
- ◆ Масса...Масса всегда остается постоянной
 - ◆ Нет влияния внешних воздействий
- ◆ Длина меняется с температурой
 - ◆ Коэффициент температурного расширения кремния чрезвычайно мал: $8...10 \times 10^{-6}$
 - ◆ Использование 2-х идентичных резонаторов исключает температурный эффект: $\Delta P = (f_t - f_c)$

Error (%@max span)



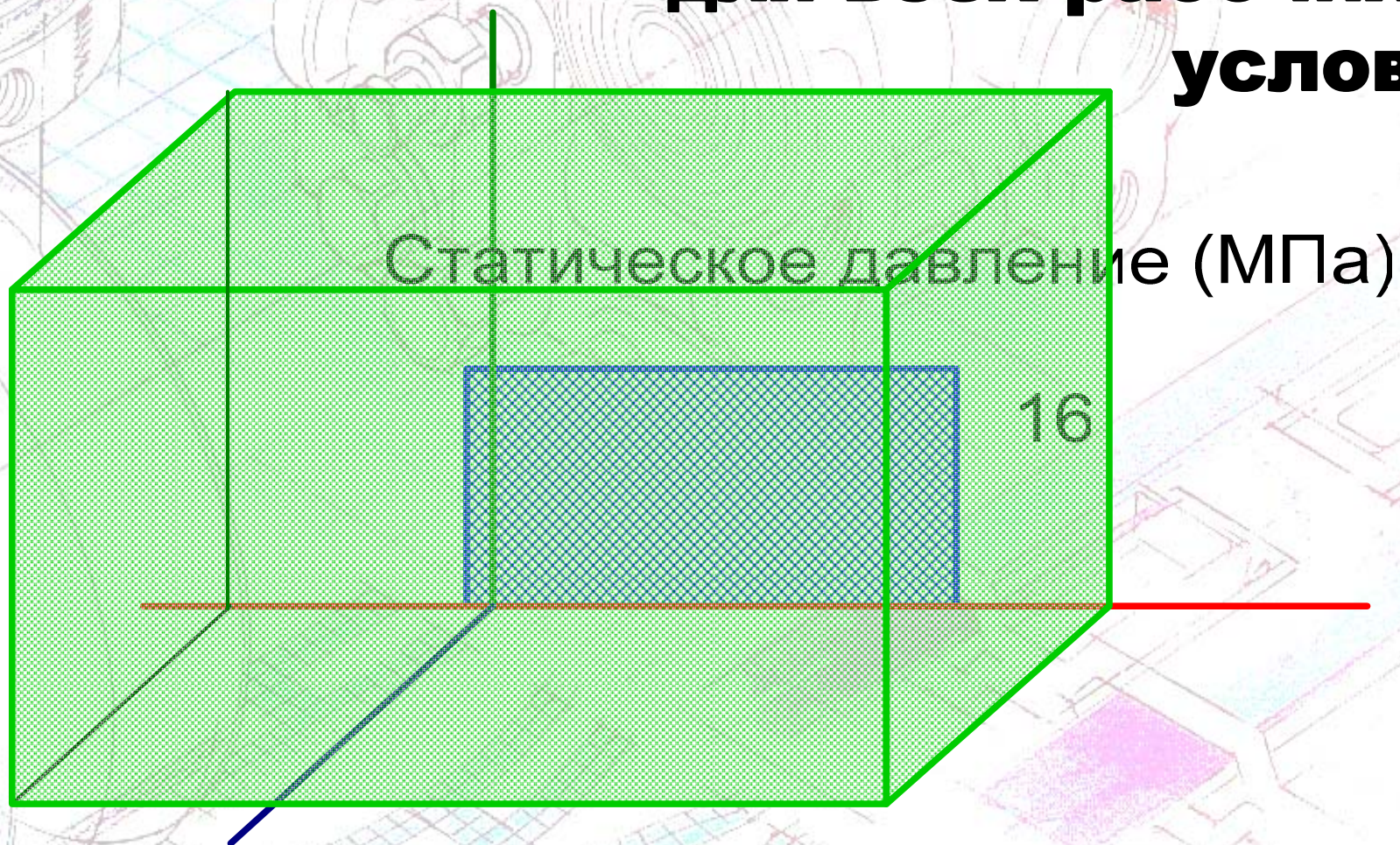
Влияние перегрузки – что это такое?

- ◆ **Механическая деформация сенсора**
- ◆ **Обычно приводит к значительной ошибке у емкостных датчиков**
 - ◆ Сдвиг нуля и шкалы – требуется перекалибровка
- ◆ **Происходит при ошибочных действиях персонала**
 - ◆ Одна сторона – под рабочим давлением, другая -
- открыта на атмосферу
 - ◆ Гидроудар
- ◆ **Yokogawa – единственный производитель, кто вообще нормирует этот эффект**





Yokogawa гарантирует стабильность для всех рабочих условий



Yokogawa гарантирует стабильность



◆ ISA-S51.1 1993 плюс следующее

◆ 800 температурных циклов

◆ 80,000 циклов смены

перепада давления 50 кПа

◆ 100,000 циклов приложения

рабочего давления 6.9 МПа

◆ 10,000 циклов перегрузки 14МПа с каждой стороны

◆ Yokogawa гарантирует стабильность:

◆ $\pm 0.1\%$ от ВПИ в течении 5 лет, без всяких условий!

0.1% на 5 лет



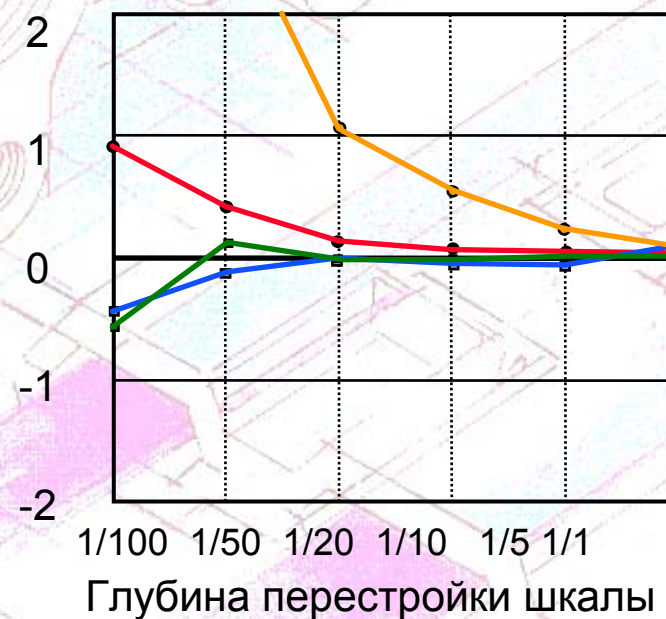
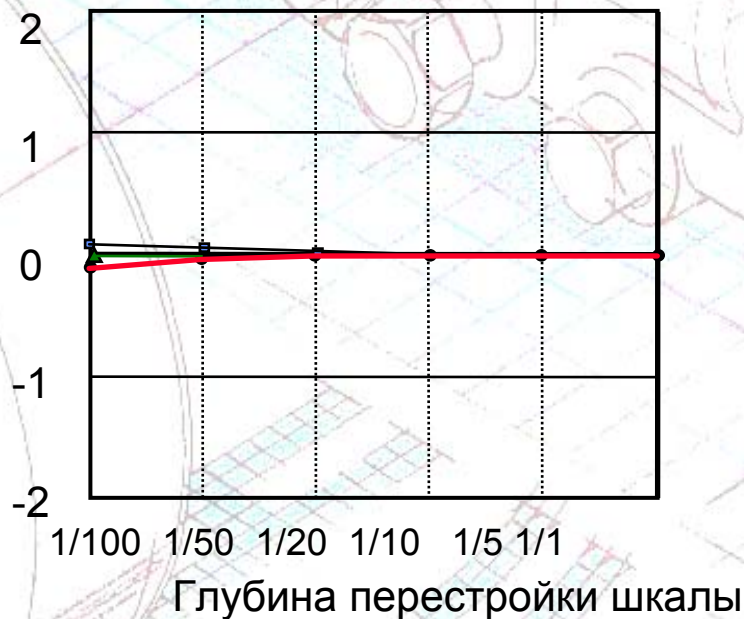
Непревзойденная точность при перестройке шкалы



Дрейф Нуля & Шкалы при перестройке шкалы

● No.1 Ноль ● No.2 Ноль ■ No.1 Шкала ■ No.2 Шкала

EJA Погр. (%) Емкостной тип



А/Ц преобразование приводит к ошибке при перестройке шкалы в дополнение к изначальной погрешности калибровки

A technical drawing of a mechanical assembly, possibly a valve or actuator, rendered in a sketchy, hand-drawn style. The drawing features a central cylindrical component with various ports and a handle-like structure. A red laser line is drawn across the assembly. The background consists of a blue grid pattern. Overlaid on the drawing is the Russian text "КОНСТРУКТИВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА" in large, bold, red capital letters.

**КОНСТРУКТИВНЫЕ
ПРЕИМУЩЕСТВА**

Структура капсулы



EJA

Передача
жидкости
↓
Временная
задержка

Сенсор

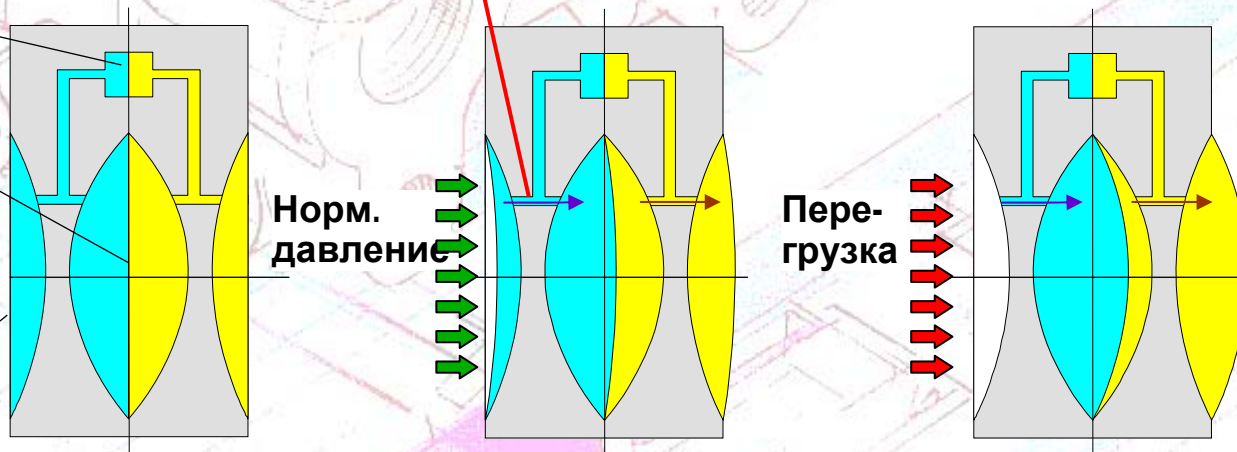
Центральная мембрана

Сторона выс. давления

Разд. мембрана

Норм.
давление

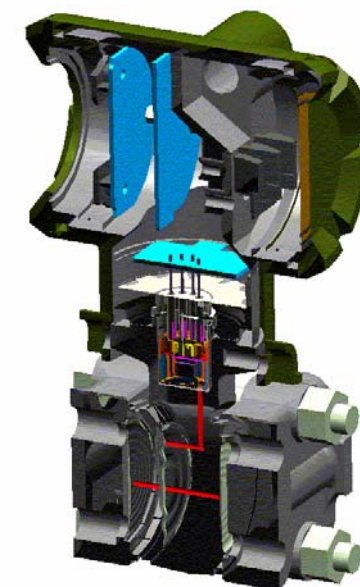
Пере-
грузка



Конструкция капсулы устойчива к перегрузкам ...



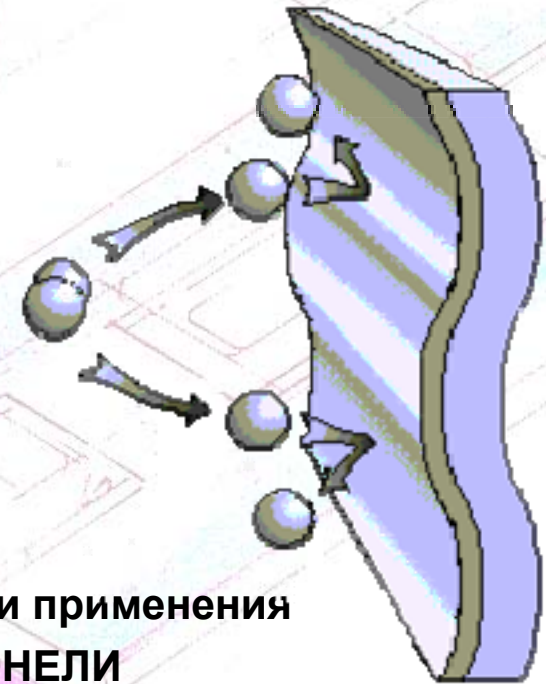
- ◆ Профиль корпуса капсулы
 - ◆ Соответствует форме диафрагмы
 - ◆ Препятствует деформации при перегрузках
- ◆ Специальная технология изготовления деталей
 - ◆ Все контактирующие детали точно подходят друг к другу
- ◆ Уникальный профиль центральной диафрагмы
 - ◆ В 4 раза крепче обычных сплавов
 - ◆ Исключает гистерезис
- ◆ Влияние перегрузки:
не более 0.03% от ВПИ при 140 Атм.



Устойчивость к коррозионным средам



- ◆ Би-планарная конструкция
 - ◆ Стандартная конфигурация для монтажа - DIN 19213
 - ◆ Стандартные и специальные устройства для дренирования
- ◆ Ни один сварной шов не контактирует с рабочей средой
 - ◆ Исключается опасность электрохимической коррозии
- ◆ Разделительная диафрагма - Hastelloy C
 - ◆ Высокая механическая устойчивость
 - ◆ Высокая устойчивость к коррозии
 - ◆ Пассивация оксидом хрома – стандартно: для гибкости применения
 - ◆ По заказу может быть выполнена из ТАНТАЛА или МОНЕЛИ
- ◆ Модели для высоких давлений: 320 Атм. стандартно
 - ◆ 450 Атм. по заказу





DPharp EJA

Установил  **и забыл**

