

---

# ИННОВАЦИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

---

**Богущ Михаил Валерьевич, д.т.н.**  
**зам. директора НКТБ «Пьезоприбор» ЮФУ,**  
**профессор кафедры «Приборостроение» ФВТ ЮФУ,**  
**директор ООО «Пьезоэлектрик»,**  
**Ростов-на-Дону, тел. (863) 299-50-80, факс 290-58-22,**  
***www. [piezoelectric.ru](http://piezoelectric.ru). e-mail: [piezo@inbox.ru](mailto:piezo@inbox.ru)***

---

# Обсуждаемые темы

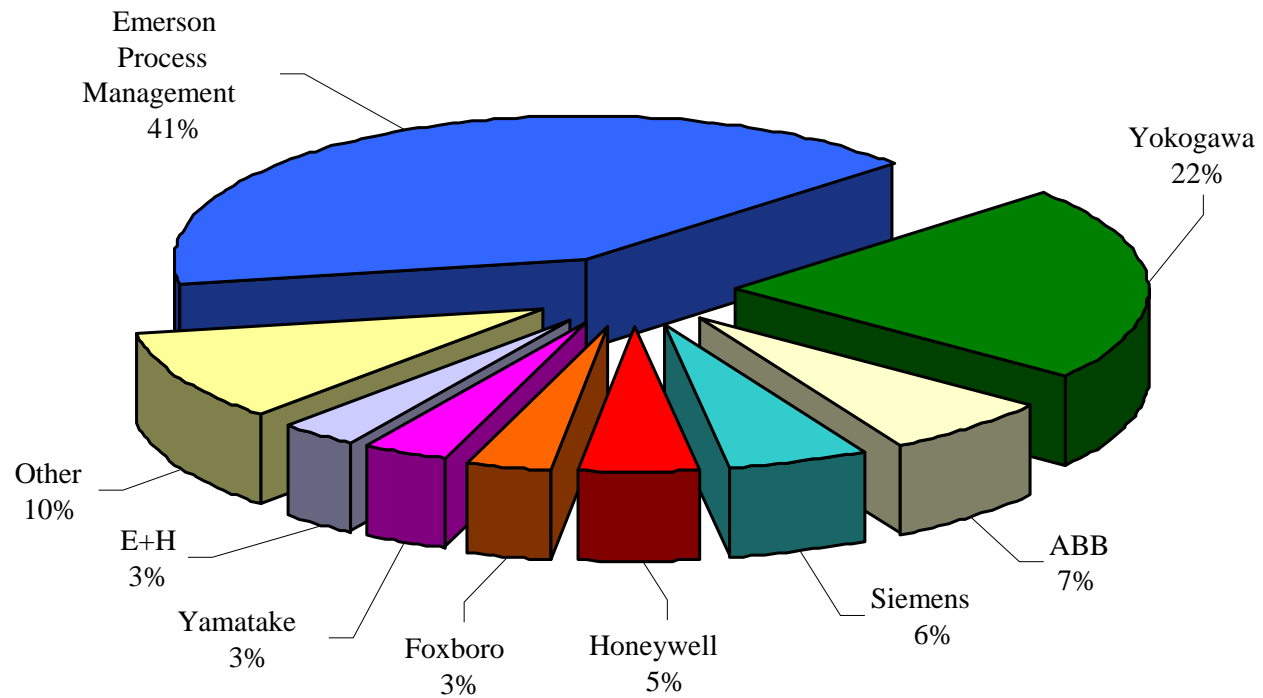
1. Основные задачи в области промышленной автоматизации.
2. Современное состояние мирового рынка в приборостроении.
3. Научно-техническая приборная продукция, выпускаемая ООО «Пьезоэлектрик».
4. Что нужно для динамичного развития приборостроения?

# ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Промышленная автоматизация	Автоматизация зданий	Охранные системы	Контроль производственной среды	Контроль и управление горением	Сенсорный контроль
					

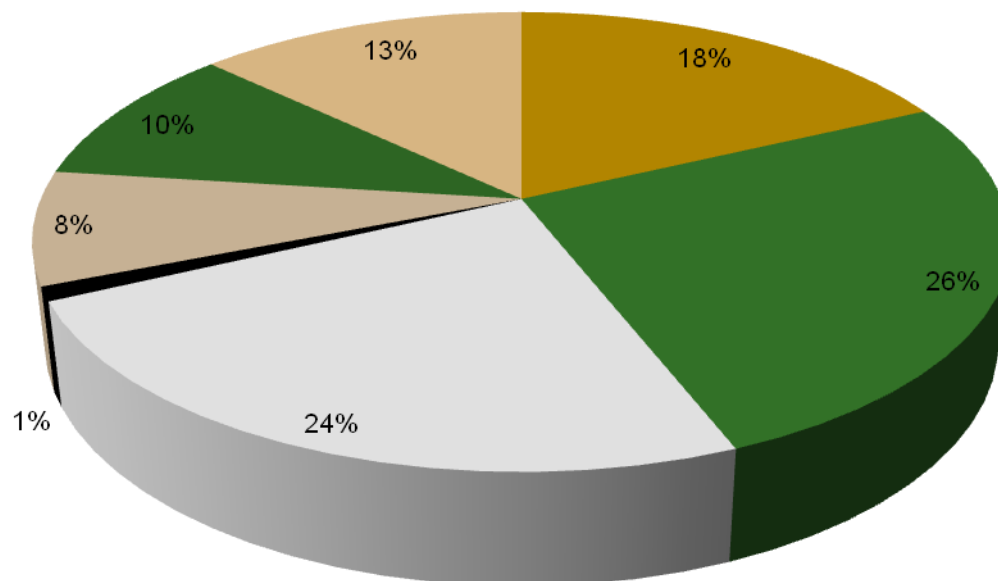
Области совершенствования средств измерения, управления, коммуникаций

# Современное состояние рынка средств контроля и управления.



## Распределение мирового рынка пьезоэлектрических устройств в 2007г

■ Китай ■ Япония ■ Европа ■ Россия ■ Корея ■ Северная Америка ■ остальные



Наращивание темпов производства идет в США и европейских странах, более всего в Китае. В данной ситуации Россия выглядит не лучшим образом. Если в ближайшее время ситуация коренным образом не изменится, то мы можем потерять присутствие на этом рынке как за рубежом, так и внутри России.

# Датчики давления 415

## ■ Пределы измерений:

- избыточное давление от 0,1 кПа до 250 МПа
- абсолютное давление от 25 кПа до 16 МПа
- разрежение от 0,1 кПа до 100 кПа
- давление-разрежение от  $\pm 0,05$  кПа до  $-0,1 \dots 2,4$  МПа
- разность давлений от 0,25 кПа до 2,5 МПа
- гидростатического давления от 0,25 до 250 м.в.ст.

## ■ Выходные сигналы:

- аналоговый сигнал 0-5; 4-20 мА, **энергосберегающий 0,4-2 В**
  - цифровой сигнал на базе интерфейсов RS-485, **USART**
  - релейный управляющий (замыкающий контакт по 4 видам уста
  - Основная погрешность 0,5 (0,25; 0,15; 0,1)%
- ## ■ Рабочая температура 5...50 (1...80; --30...50, --40...80)оС

Вид взрывозащиты: 415-Ex -- искробезопасная электрическая цепь (ExiaIICT5X)

415-Vn – взрывонепроницаемая оболочка (ExidsIICT5X)



# Вибрационные сигнализаторы уровня СУ- 802

Погрешность срабатывания,  $\pm 1$  мм

Температура среды: от минус 40 до 80 (300)оС

Максимальное рабочее давление 10 МПа

Плотность рабочей среды, от 0,7 до 1,45 г/см<sup>3</sup>

Вязкость рабочей среды до 10 000 сСт

Выходной сигнал: - токовый дискретный с релейным выходом 4/20 мА  
- токовый непрерывный 4-20мА.

Взрывозащищенное исполнение СУ-802-Ех, СУ-802-Вн

**Преимущества** вибрационных СУ:

- нейтральность к электрическим свойствам среды;
- высокая точность срабатывания;
- работоспособность при высоких и низких температурах, больших статических давлениях;
- устойчивость работы при наличии в объеме и на поверхности жидкости пены, газообразных и твердых примесей;
- малые масса и габариты, компактность;
- низкое энергопотребление.



**Применяются в системах управления магистральных газопроводов, нефтепереработке, АПК, заводов по переработке химического оружия**

# Универсальные виброционные плотномеры жидкости и газа

- **Принцип действия** основан на определении частоты колебаний камертона, которая зависит от плотности окружающей его среды.
- **Измеряемые среды:** газ под давлением, жидкость, включая спирты, нефтепродукты, газовый конденсат.
- **Диапазон измерения** плотности: - жидкости от 690 до 2000кг/м<sup>3</sup>  
- газа от 0 до 500 кг/м<sup>3</sup>
- **Выходные сигналы:** цифровой: по интерфейсу RS485;  
цифровой: по интерфейсу USART;  
постоянного тока 4-20мА
- **Основная погрешность** не более  $\pm 0,5$  кг/м<sup>3</sup>
- **Диапазон рабочих температур** измеряемой среды и окружающе воздуха от минус 50 до 80 С.
- **Избыточное давление** не более 25 МПа
- **Вязкость** измеряемой среды не более 100мм<sup>2</sup>/с

Взрывозащищенное исполнение: 804-Ex , 804-Вн





# Пьезоэлектрические преобразователи и ультразвуковые расходомеры на их основе

**ПП-203 – 212**  
для жидкости



**ПП-223М, 224М**  
для газа



**ПП-215**  
для растворов при  
давлении до 35 МПа



**US-800, UFM-001**  
ОАО «ЗЭиМ»  
г.Чебоксары



**РУД-342**  
ОАО НПП «ГЕРС»  
г.Тверь



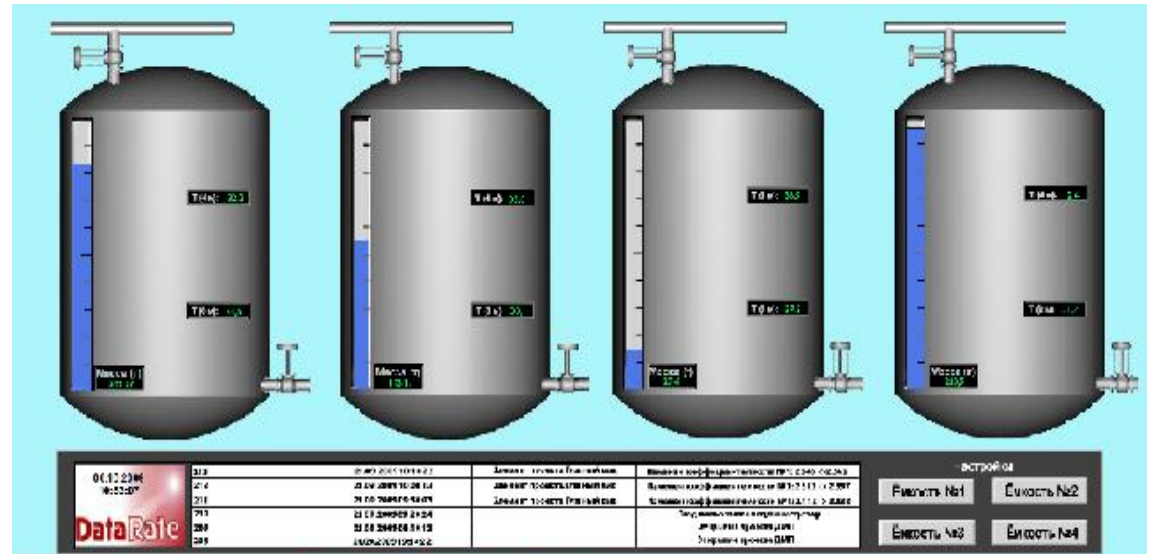
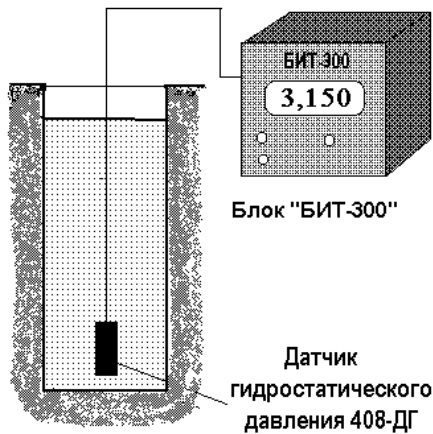
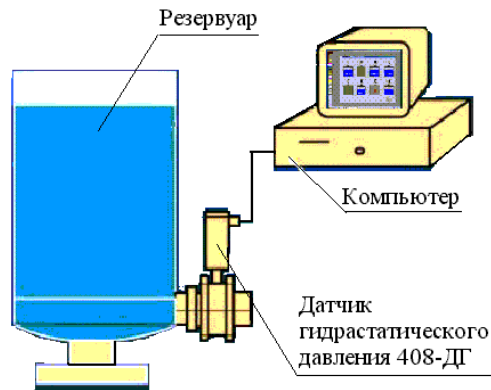
**Dymetic-223-T Dymetic-223-K**  
ЗАО «Даймет», г.Тюмень



**СП-1**  
«Белгазтехника»  
Минск, Беларусь

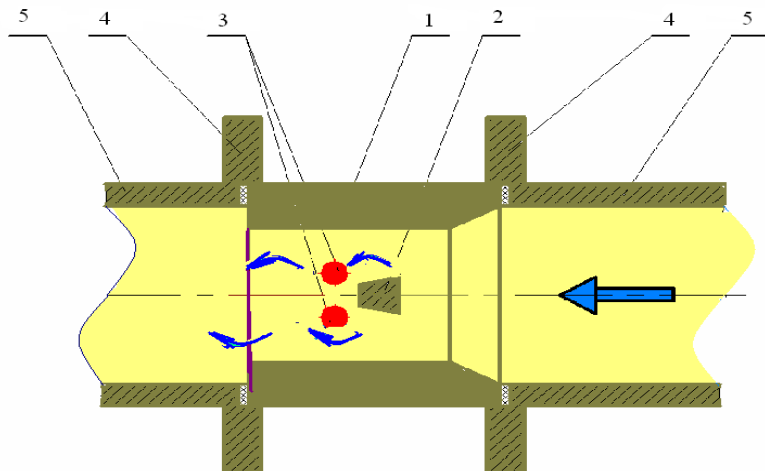
ООО «Ирвис»  
Казань,  
ЗАО «Вымпел»  
Москва,  
ООО НПП  
«Техноавтомат»  
г.Энгельс

# Измерение уровня в резервуарах и колодцах



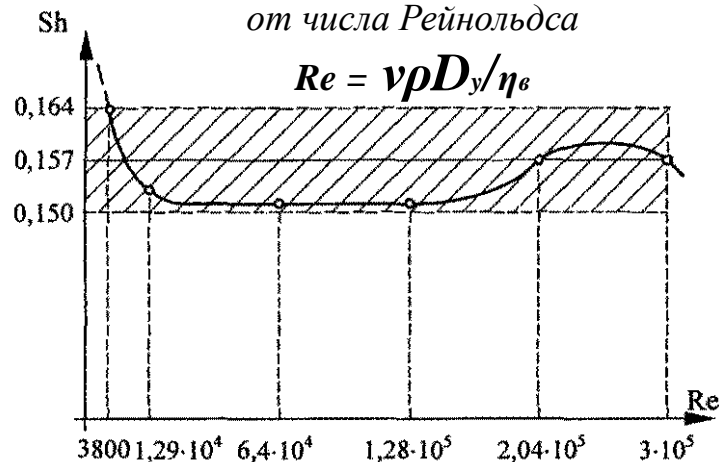
- Измерение уровня жидкости, в том числе растительных масел.
- Вычисление объема или массы продукта с погрешностью  $\pm 0,15\%$
- Возможность непрерывного контроля динамики процессов.
- Регистрация и хранение информации о среднечасовых или среднесуточных параметрах.
- Передача информации на компьютер верхнего уровня с помощью стандартного интерфейса RS485 и RS232.
- Обычное и взрывобезопасное исполнение.

# Принцип действия вихревых расходомеров



1. Проточная часть прибора. 2. Тело обтекания. 3. Датчики.. 4. Фланцы. 5. Трубопровод  
Типовая схема вихревого расходомера с датчиками давления и вихревая дорожка Кармана

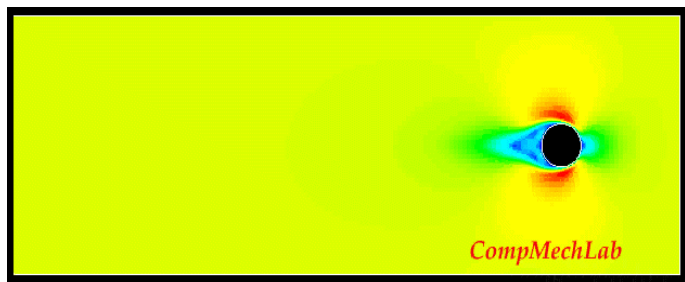
Зависимость числа Струхала от числа Рейнольдса



$$G = \bar{v} L = \int_L v_i dL = \frac{d}{Sh} \int_L f dL = \frac{d \cdot L}{Sh} \bar{f}$$

$$f = Sh \frac{v}{d} = K_G G = Sh D_y^{-3} \Omega^{-1} \quad \Delta P = \zeta \rho K_{ид} K_K G^2 (1 + e^2)$$

$G$  – объемный расход,  $\bar{v}$  – скорость течения,  $\rho$  и  $\eta_v$  – плотность и динамическая вязкость вещества,  $f$ ,  $\Delta P$  – частота и амплитуда пульсации давления,  $Sh$  – число Струхала,  $L$  – площадь сечения проточной части,  $d$ ,  $D_y$  – диаметр тела обтекания и трубы,  $K_G$ ,  $K_{ид}$ ,  $K_K$ ,  $\zeta$ ,  $\Omega$ ,  $e$  – конструктивные коэффициенты прибора.

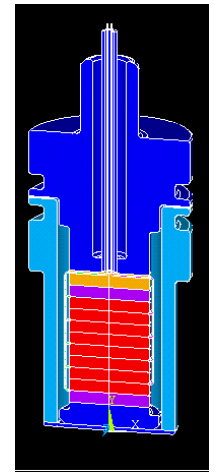
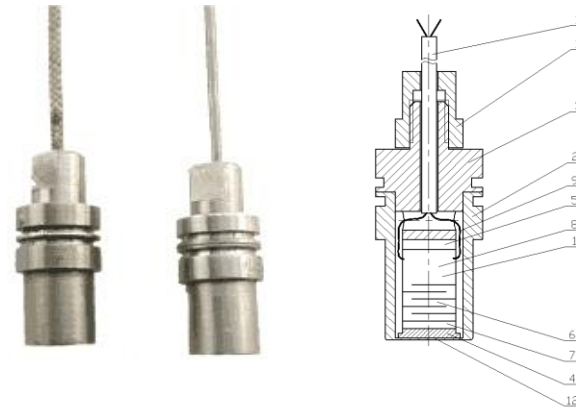


# Пьезоэлектрические датчики давления

## Датчики давления классические 018, 019

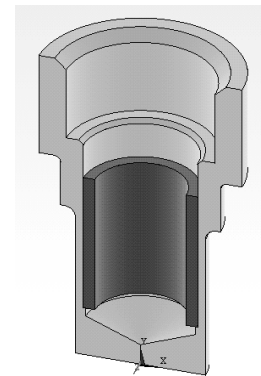
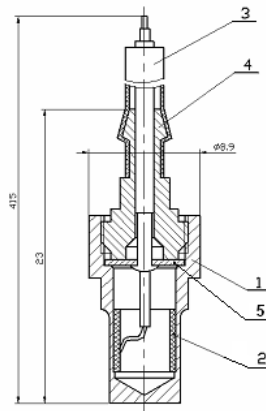
### Рассчитываемые характеристики:

- коэффициент преобразования давления в заряд или напряжение,
- собственная частота,
- виброэквивалент;
- деформационный эквивалент,
- прочность при действии давления,
- прочность при действии давления и изменении температуры



## Датчик давления, не имеющий конструктивно выделенных элементарных преобразователей

014M



# Обобщенный показатель качества пьезоэлектрических датчиков давления

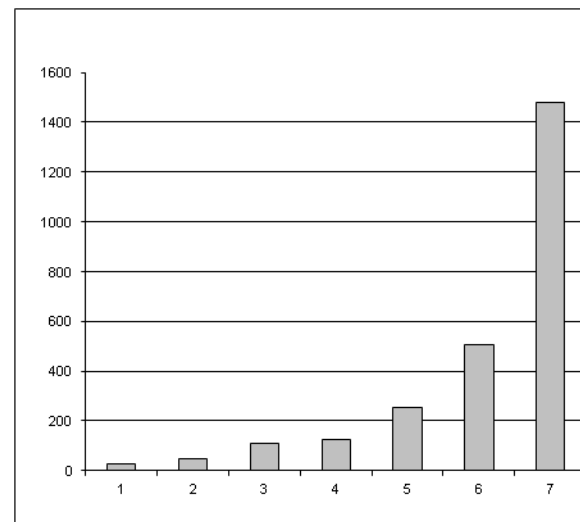
$$A = \frac{V}{m} = \frac{k}{m} \prod_{i=1}^N \chi_i^{\alpha_i}$$

$V$  – объем возможностей,  $m$  – масса датчика,  
 $k$  – коэффициент пропорциональности,  
 $\chi_i^{\alpha_i}$  ( $i = 1, 2 \dots N$ ) – совокупность параметров,  
 принятых во внимание при анализе,  
 $\alpha_i$  – весовой коэффициент каждого параметра.

$$B = K_p \cdot P_m \cdot f_p / d^2$$

$K_p$  – коэффициент преобразования  
 измеряемого давления в заряд,  
 $P_m$  – максимальное рабочее давление,  
 $f_p$  – наименьшая резонансная частота,  
 $d$  – диаметр мембраны или поперечный  
 размер датчика.

№	Предприятие	Модель	$K_p$ , пКл/Па, $10^{-5}$	$P_m$ , МПа	$f_p$ , кГц	$d$ , мм	Нел, гист. (погр.) $\pm$ , %	Темп, °С	Темп. погр., $\pm$ %/°С	$W_{ap}$ Па/м/с <sup>2</sup>	Масса, г	ОПК В Кл·Гц/м <sup>2</sup>
1	НИИФИ	ДПС010	3	125	250	6,0	(4)	-196..200	0,08	-	20	26
2	Kistler Ins	6005	10	100	140	5,5	0,8	-196..200	0,01	10	19	46
3	Vibro-meter	CP216	200	25	80	6,0	1,0	-54..470	-	25	12	111
4	Ditran	2200V6	14,5	102	250	5,4	1	-85..260	0,02	30	7	127
5	PCVPiezotronic	119A	3,6	689	400	6,25	2	-185..204	0,007	15	14	254
6	НИИФИ	ДПС008	40	63	500	5,0	(12)	-196..150	0,08	5	0,1	504
7	Пьезоэлектрик	014М	2000	30	80	5,7	2	-60..250	0,07	6,9	5	1477



*Обобщенные показатели качества пьезоэлектрических датчиков давления  
 ведущих мировых производителей*

# Пьезоэлектрические датчики и вихревые расходомеры на их основе

108



018, 019



014MT



021



90% - рынка вихревых расходомеров газа и пара РФ  
60% - рынка промышленных средств учета пара  
23% - рынка промышленных средств учета газа



**ИРГА-РВ**  
ООО «Глобус»



**СВГ.М**  
**СВП.М**  
**ДРГ.3**  
ОАО «Сибна»



**Метран-331**  
**Метран-321**  
ЗАО «Метран»



**Dymetic-9421**  
**Dymetic-9431**  
**Dymetic-9416**  
ЗАО «Даймет»  
ОАО «Электрон»



**Ирвис-Р4**  
ООО «Ирвис»

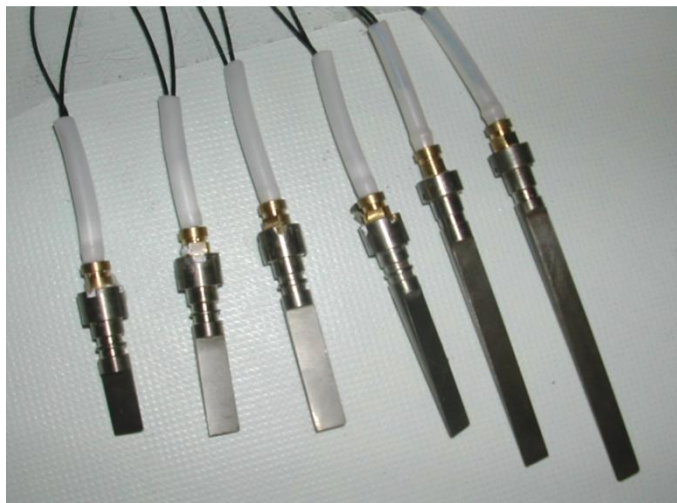


**Взлет-ВРС**  
ЗАО «Взлет»

# Характеристики отечественных и зарубежных вихревых расходомеров газа и пара

Характеристика	Тип датчика расхода газа, пара					
	Vortex RhD EMCO, США	WFM5095, OPTISWIRL 4070C Krohne, Германия	Prowirl, Endress +Hauser, Германия	Digital YEWFLO, YOKOGAWA, Япония	СВП. М «Сибна»	Ирга-РВ «Глобус»
Диапазон типоразмеров, D <sub>y</sub> , мм	25 – 400	10 -200	15 -400	15-400	50 -200	32-500
Диапазон измерения расхода по всем типоразмерам, М <sup>3</sup> /ч (т/ч)	(0,014 – 104)	(0,005- 57)	0 -20000	4,8 – 443017 (0,006-268)	4-10000 (0,005–60)	4-80000
Динамический диапазон измерений, Q <sub>min</sub> : Q <sub>max</sub>	1:10; 1:35	1:7, 1:12	1: 30	1:10; 1:25	1:20,1:40	> 1: 40
Максимальное рабочее давление, МПа	10	1,6	4,0 (35)	1,5 – 22,4	2,5	1,6; 6,3; 16; 30
Диапазон температур энергоносителя, °С	-40...400	-40...240	-200...400	-40...260 (-200...100) (-40...450)	-60...250 (100...300)	-60...250 (-253...160)* 100...500 (100...575)*
Диапазон температур окружающей среды, °С	-29...60	-40...65	-40...50	-40...85	-40...50	- 55...80
Межповер. интервал, лет	-	-	-	4	2	4
Предел допускаемой основной погрешности, %						
Расхода	± 1	± 1	± 1	± (0,7 -1,5)	± (1,0 -1,5)	±(0,5-1,5)
Массы (объема)	± 1,5	± 2	-	-	± 3	-
Тепловой энергии	± 2,7	-	-	-	± 4	-

# Датчики изгибающего момента 108 М и вихревые расходомеры «Ирга-РВ»



Внешний вид ДИМ 108 (а) НКТБ «Пьезоприбор» и вихревых счетчиков газа и пара «Ирга-РВ-500» (б) ООО «Глобус», г. Белгород

По основным техническим характеристикам российские вихревые расходомеры, выполненные на основе пьезоэлектрических датчиков НКТБ «Пьезоприбор» не уступают аналогам ведущих фирм Европы, Японии, США, а по максимальным диаметрам условного прохода (500 мм) и предельным рабочим температурам (500°С), превосходят их.



# Дальнейшее развитие

Имеются предпосылки для создания пьезоэлектрических датчиков и вихревых расходомеров на их основе:

- для измерения расхода криогенного топлива ракетных двигателей с рабочей температурой до минус 253оС и в 5 раз повысить точность измерений;

- для парогенераторов ТЭЦ и ГРЭС с рабочей температурой до 600оС , обеспечивающих экономию топлива до 3 млн. рублей на одном Парогенераторе мощностью 200МВт.



# Что нужно для динамичного развития приборостроения

1. Необходима Государственная политика в приборостроении, в том числе:

- реанимация и модернизация Госпрограмм по развитию датчиковой аппаратуры и микроэлектроники.

- скорейшее принятие Госпрограмм по развитию электроэнергетики и военной техники до 2020 г.

2. Необходимо создание особых экономически зон типа Сколково в каждом Федеральном округе.

3. Необходимо выделение земли с инфраструктурой на льготных условиях для создания технопарков в каждом регионе - производственных площадей для выпуска инновационной наукоемкой продукции.