

Датчики фирмы Yokogawa серии EJA уже зарекомендовали себя, как исключительные приборы, не требующие калибровки и гарантирующие долговременную стабильность в полевых условиях, устойчивость к перегрузкам.

Главной причиной этой исключительности является уникальный сенсор DPHarP, на котором реализована также и линейка новой серии датчиков премиум-класса серии EJX.

Р.Ю. Закиров -
ООО «ТД «Тюмень Прибор»
В.Н. Кравченко -
к.ф.н. ООО «Йокогава
Электрик СНГ»

Сегодня все больше и больше внимания уделяется повышению качества продукции. Качество продукции, а также и производительность, естественно, во многом определяются качеством управления, которое должно обеспечить стабильный и воспроизводимый результат с минимальными отклонениями. Осознавая эти задачи, многие производители вкладывают все большие средства в автоматизацию своих производств.

ИЗМЕРЕНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ!

Преобразователи давления Dpharp EJX/EJA
фирмы Yokogawa Electric Corporation Япония

При решении задач автоматизации многие естественно концентрируются на совершенствовании верхнего уровня и алгоритмов управления. Однако важно отметить, что не менее важной задачей является выстроить надежный "фундамент" для верхнего уровня - контрольно-измерительные приборы. В этом ключе точность, а особенно стабильность и воспроизводимость измерительных приборов выходят на первый план в задачах повышения качества продукции.

Японская корпорация "Йокогава Электрик" традиционно находится на острие передовых технологий в приборостроении, предлагая нетрадиционные решения, позволяющие значительно повысить "потребительские" характеристики измерительных приборов и сделать их "на голову" выше других.

Один из таких примеров датчики серии EJA фирмы «Йокогава» уже «завоевали сердца» многих специалистов и выручали их в самых жестких и трудных ситуациях. В данной статье мы постарались объяснить причину таких исключительных характеристик датчиков давления фирмы «Йокогава», а также представить новейшую серию датчиков «Премиум»-класса - серию EJX.

В 80-х годах, когда произошел скачок в развитии технологий роста кристаллических структур, компания Yokogawa решила на беспрецедентный шаг в производстве датчиков давления отойти от традиционного и уже исчерпавшего себя «емкостного» принципа измерения и реализовать качественно новый сенсор, названный в дальнейшем DPHarP (Differential Pressure High Accuracy Resonant Pressure sensor). Как показало дальнейшее развитие ситуации, это оказалось правильным шагом: за несколько лет доля компании Yokogawa на мировом рынке датчиков давления выросла более чем в 4 раза (Отчеты ARC 1995-2004г.г.). Наверное, самой высокой оценкой можно считать то, что преимущество данного сенсора вынуждены были признать другие именитые производители (Патент на сенсор датчика 3051S: United States patent: 6,082,199).

В основе нового сенсора DPHarP лег известный «частотно-резонансный» принцип, который наглядно можно продемонстрировать на примере струны: натяжение струны контролируется ее собственной частотой колебаний (тоном). При натяжении струны ее тон (частота собственных колебаний) становится выше, при ослаблении наоборот, ниже (Рис. 1).

Возбуждение колебаний и передача частоты механических колебаний в электрический частотный сигнал происходит путем помещения двухконтурных резонаторов в постоянное магнитное поле и пропускание переменного электрического тока через тело резонатора в контуре возбуждения (Рис. 2).

Благодаря эффекту электромагнитной индукции, в измерительном контуре возникает переменная ЭДС с частотой, равной частоте колебаний резонатора измерительного контура. Обратная связь контура возбуждения по измерительному контуру вместе с эффектом сдвига частоты вынужденных колебаний в сторону резонансной частоты обеспечивают постоянное соответствие частоты электрических колебаний резонансной (собственной) частоте механических колебаний тела резонатора. Собственная частота такого ненагруженного резонатора составляет обычно около 90 кГц.

Уникальность же сенсора заключается еще и в том, что эта конструкция выполнена в чрезвычайно малых размерах (десятки микрон) в виде единого монокристалла кремния (отсюда пошло название «кремниевый резонатор») безо всяких швов, смычек и т.п. (Рис. 3). Теперь давайте рассмотрим какие преимущества дает такой сенсор по сравнению с другими принципами измерения:

СТАБИЛЬНОСТЬ И ВЛИЯНИЕ ПЕРЕГРУЗОК

Существующие широко используемые методы преобразования давления в электрический сигнал имеют очевидные принципиальные ограничения по стабильности и устойчивости к перегрузкам: для емкостного метода это остаточная деформация и механическая усталость центральной мембраны «сердца» емкостного сенсора, для пьезорезистивного метода это нестабильность стеклянной подложки и дрейф сопротивления пленок, связанный с диффузией примесей в материале. Как следствие, если Вы внимательно изучите спецификации таких приборов, то ни у одного из них не найдете того, чтобы производитель нормировал погрешность прибора после односторонней перегрузки по давлению.

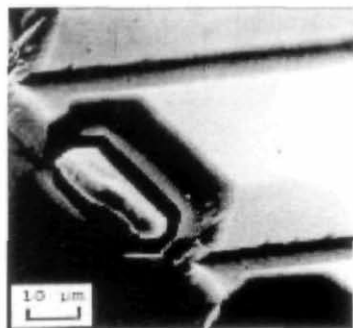


Рис. 3

В случае «кремниевого резонатора» собственную частоту определяют всего два параметра: масса и геометрические размеры и форма. Масса резонатора измениться не может. Геометрические же размеры и форма также жестко зафиксированы кристаллической решеткой самой стабильной и упругой структурой. Это все в совокупности позволяет проводить измерения в широком диапазоне давлений, включая перегрузки по давлению.

Суперстабильность кремниевого резонатора подтверждается на практике: это подтверждают постоянные испытания по циклическим нагрузкам, термоциклированию и т.п. На рисунке Вы можете видеть результаты испытаний на дрейф нуля в течение 15 календарных лет (Рис. 4).

За все это время ни один из испытываемых датчиков ни разу не подстраивался и у них не корректировался ноль.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ (ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, СТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ)

Следующим важным фактором является устойчивость к внешним воздействиям (температуре и статическому давлению). Для емкостного и пьезорезистивных сенсоров это традиционно проблематичное направление:

- у емкостных датчиков происходит дрейф нуля из-за незаметного, но существенного для точных измерений, перекоса сенсора (идеально симметричной конструкции не бывает);
- в случае пьезорезистивного сенсора это существенная зависимость сопротивления полупроводниковых пленок от температуры и статического давления (естественно, большую зависимость гораздо сложнее скомпенсировать).

У кремниевых резонаторов ситуация кардинально лучше (Рис. 5):

- геометрические размеры на 4-5 порядков меньше подвержены влиянию температуры и статического давления, чем электрические характеристики (сопротивление, емкость);
- в сенсоре используются не один, а два идентичных резонатора, расположенных

так, что они по разному реагируют на изменение перепада давления. Благодаря этому есть возможность разделить «полезный» и паразитные вклады в сигнал. (разница частот резонаторов пропорциональна перепаду давления, а сумма частот статическому давлению с поправкой по температуре). Таким образом, возможна сразу аппаратная компенсация с одновременным получением дополнительной информации.

■ сопротивление тела резонатора является индикатором температуры. Индивидуальные характеристики сенсора записываются в память электроники, и в дальнейшем по температуре сенсора происходит компенсация оставшихся влияний температуры и статического давления.

ТОЧНОСТЬ ПЕРЕСТРОЙКИ ШКАЛЫ

«Кремниевый резонатор» называют по истине цифровым сенсором, так как в нем полностью отсутствует промежуточное аналого-цифровое преобразование (деформация сразу преобразуется в частоту) в отличие от емкостного и пьезорезистивного датчиков, где промежуточный аналоговый параметр обязательно присутствует (деформация — емкость — частота, деформация — сопротивление — частота). Этот факт дает большое преимущество «кремниевому резонатору», благодаря чему для достижения более высокой точности требуется только увеличить точность калибровки, а перестройка шкалы не требует подстройки нуля

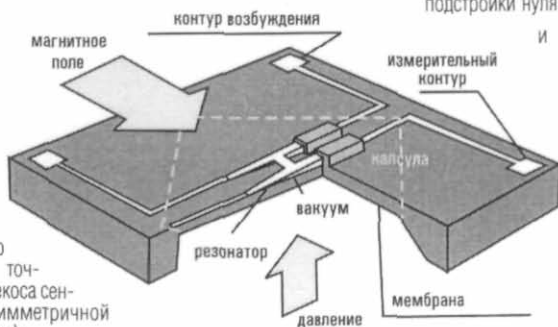


Рис. 2 калибровки, обязательных для емкостного и пьезорезистивного датчиков).

В 2004-м году компания «Июкогава» выпустила новую линейку датчиков давления серии E.JX. Эта серия покрывает всю линейку датчиков давления, применяемых для измерения давления, перепада давления, уровня и расхода.

Также как и датчики EJA, серия E.JX предлагает широкий набор унифицированных выходных сигналов: 4...20мА, цифровые протоколы Brain, HART, Foundation

средства автоматизации

Измерения нового поколения!

Fieldbus, с помощью которых можно изменить настройки прибора и выходные характеристики сигнала, получить сообщения диагностики и т.п. Имеются взрывозащитные исполнения, встроенные модули молниезащиты

При всем этом в новой серии EJX реализован целый ряд отличительных функций и характеристик, которые выделяют EJX по сравнению с EJA:

- Гарантируются более высокие точность и стабильность (погрешность 0.04% от шкалы стандартно, стабильность 0.1% от ВПИ в течении 10 лет). При этом максимальная глубина перестройки шкалы увеличена до 200;
- сделан дополнительный к аналоговому выходу еще и опциональный релейно/импульсный выход (открытый кол-

лектор), позволяющий выводить на верхний уровень вторую переменную в виде релейного или импульсного сигнала;

■ во всех датчиках перепада стандартно также измеряется с гарантированной точностью и статическое давление, которое может быть выведено на верхний уровень посредством релейно/импульсного сигнала или цифрового протокола. При этом выпущена еще модель многопараметрического датчика, который принимает дополнительно сигнал с внешнего термометра сопротивления и производит вычисления массового или приведенного

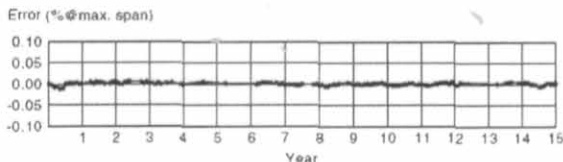


Рис. 4

к нормальным условиям расхода строго в соответствии с существующими стандартами;

■ значительно повышена скорость реакции датчика на изменение давления. На сегодняшний момент EJX имеет время отклика 95 мс и является самым быстрым интеллектуальным датчиком давления;

■ Надежность нового датчика такова, что стандартные модели EJX получили сертификат TUV сразу на уровень SIL2.

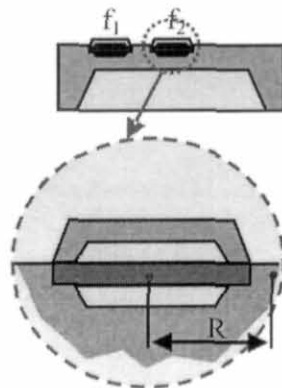


Рис. 5

■ Датчики серий EJA/EJX внесены в Госреестр (межповерочный интервал 3 года) и имеют все российские сертификаты, разрешающие их применение в Российской Федерации. Все приборы поставляются с первичной поверкой, признаваемой российскими органами.

Естественно, в данной статье сложно описать все функциональные новинки и возможности, реализованные в новых приборах EJX. Мы постарались отразить только самые значимые и принципиальные моменты.

Определившись с выбором, получить более подробную информацию и ознакомиться с отзывами предприятий (Транснефть, Транснефтепродукт, Сибнефть, Роснефть и других) которые по достоинству оценили продукцию можно у менеджеров компании «Йокогава Электрик СНГ» и «ТД «Тюмень Прибор» (<http://tyumen-pribor.ru>, <http://yokogawa.ru>)

Классификация датчиков	Модель	Тип кап. трубы	Диапазон измерений, кПа	Диапазон измерений выходного сигнала, кПа	Максимальное рабочее давление, МПа	Исполнение					
Перепад давления	EJA110A	ε	-10...10	0.5...10	3.5	Измерение расхода уровня (традиционный монтаж)					
		M	-100...100	1...100	16						
		H	-500...500	5...500	16						
		V	-0.5...14 МПа	0.14...14 МПа	16						
	EJX110A	L	-10...10	0.110	16		Определяется номиналом фланца				
		M	-100...100	0.5...100	25						
		H	-500...500	25...500	25						
		N	-100...100	1...100	32						
	EJA130A	M	-100...100	1...100	32			Измерение уровня в резервуаре (монтаж на 2", 3", 4")			
		H	-500...500	5...500	32						
	Перепад давления	EJA120A	E	-1...1	0.1...1				-50...50 кПа	Измерение тока воздуха, тепловых газов и др.	
			L	-10...10	0.5...10				3.5		
EJA115A		M	-100...100	1...100	14	Измерение очень малых расходов с помощью встроенной в датчик сужающей диаграммы					
		H	-210...210	20...210	14						
EJA118R		M	-100...100	1...100	С вынесенными раздвигательными мембранами, длина капиллярных трубок до 10 м						
		H	-500...500	5...500							
EJA119W		M	-100...100	2...100			Определяется номиналом фланца				
		H	-500...500	10...500							
EJA118V		M	-100...100	1...100					Измерение уровня в резервуаре (монтаж на 2", 3", 4")		
		H	-500...500	5...500							
EJX118A		M	-100...100	2...100				Определяется номиналом фланца			
		H	-500...500	10...500							
EJA210A	M	-100...100	1...100	Традиционный монтаж							
	H	-500...500	5...500								
EJX210A	M	-100...100	1...100			Традиционный монтаж					
	H	-500...500	5...500								
Абсолютное давление	EJA310A	L	0...10		0.67...10					10 кПа	Традиционный монтаж
		M	0...130		1.3...130					130 кПа	
	EJA510A	A	0...3 МПа		0.03...3 МПа		3			Наружная (1/2 NPT, G S NPT, M20x1.5) или внутренняя резьба (1/4 NPT)	
		B	0...200		10...200		200 кПа				
		V	0...2 МПа		0.1...2 МПа		2				
		C	0...10 МПа		0.5...10 МПа		10				
	EJX510A	D	0...50 МПа		5...50 МПа		50	Традиционный монтаж			
		A	0...200		8...200		200 кПа				
		V	0...2 МПа	0.04...2 МПа	2						
		C	0...10 МПа	0.2...10 МПа	10						
	Избыточное давление	EJA430A	D	0...50 МПа	1...50 МПа	50	С вынесенной раздвигательной мембраной, длина капиллярной трубки до 10 м				
			A	-0.1...3 МПа	0.03...3 МПа	3					
V			0.1...14 МПа	0.14...14 МПа	14						
H			-0.1...500	2.5...500	500 кПа						
EJX430A		A	-0.1...3.5 МПа	0.0175...3.5 МПа	3.5	Традиционный монтаж					
		V	-0.1...16 МПа	0.08...16 МПа	16						
		C	0.1...32 МПа	5...32 МПа	32						
		D	0.1...500 МПа	5...500 МПа	500						
EJA438R		A	0...3 МПа	0.06...3 МПа	3			Определяется номиналом фланца			
		V	0...7 МПа	0.48...7 МПа	7						
		A	0...3 МПа	0.06...3 МПа	3						
		V	0...14 МПа	0.46...14 МПа	14						
EJX438A	A	-0.1...3.5 МПа	0.035...3.5 МПа	3.5	Традиционный монтаж						
	V	-0.1...16 МПа	0.16...16 МПа	16							
	A	0...200	10...200	200 кПа							
	V	0...2 МПа	0.1...2 МПа	2							
EJA530A	C	0...10 МПа	0.5...10 МПа	10		Наружная (1/2 NPT, G S NPT, M20x1.5) или внутренняя резьба (1/4 NPT)					
	D	0...50 МПа	5...50 МПа	50							
	A	0...200	8...200	200 кПа							
	V	0...2 МПа	0.04...2 МПа	2							
EJX530A	C	0...10 МПа	0.2...10 МПа	10			Традиционный монтаж				
	D	0...50 МПа	1...50 МПа	50							
	A	0...200	10...200	200 кПа							
	V	0...2 МПа	0.04...2 МПа	2							

Табл. 1. сводная таблица датчиков серии Dpharp EJA/EJX