

МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ДАТЧИКИ АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ

Преобразователи абсолютного давления – тензомодули серий ТДМ-А и ТДМ1-А на базе интегральных преобразователей давления мембранного типа, предназначенные для неагрессивных газовых сред, выпускаются в соответствии с ГОСТ 22520 на диапазоны давлений с верхним пределом измерения от 0,01 до 10 МПа.

Конструкция датчиков абсолютного давления на базе кремниевого преобразователя давления обеспечивает защиту датчика от воздействия окружающей среды, высокую надежность, работоспособность и стабильность его характеристик. На кристалле интегрального преобразователя давления (ИПД) формируются тензосхемы в виде моста Уитстона и схемы температурной компенсации. В соответствии с указанными диапазонами давлений применяются три типа кристаллов ИПД (ИПД4М, ИПД9, ИПД9.1), отличающихся размером кристалла и геометрией мембраны. Каждый преобразователь имеет индивидуальную характеристику преобразования давления в выходное напряжение. Выходной сигнал $U_{\text{Вых}}$ при поданном на тензомодуль давлении P и диапазон изменения выходного напряжения $\Delta U_{\text{Вых,ном}}$ вычисляются по формулам:

$$U_{\text{Вых}} = U_{\text{Вых}_0} + \frac{U_{\text{Вых,ном}}}{P_{\text{ном}}} \cdot P,$$

$$U_{\text{Вых,ном}} = U_{\text{Вых,ном}} - U_{\text{Вых}_0},$$

где $U_{\text{Вых}_0}$ – выходное напряжение при избыточном давлении $P = 0$, мВ; $P_{\text{ном}}$ – верхний предел преобразуемого давления, МПа; $\Delta U_{\text{Вых,ном}}$ – диапазон изменения выходного напряжения при номинальном давлении, мВ; $U_{\text{Вых,ном}}$ – выходное напряжение при номинальном давлении ($P = P_{\text{ном}}$), мВ.

Основные параметры тензомодулей приведены в таблице. Конструкции тензомодулей абсолютного давления серии ТДМ-А и ТДМ-1 показаны на рис.1а,б. Кристалл ИПД монтируется в корпус в составе чувствительного элемента ЧЭД, который состоит из кристалла ИПД и кремниевой прокладки, соединенных в вакууме легкоплавким стеклом, при этом под мембраной ИПД образуется вакуумированная полость.

Н.Данилова, В.Панков, В.Суханов
N.Danilova@tcen.ru

В конструкции тензомодуля применяют два клеевых соединения: для закрепления стеклянного основания на основание корпуса и закрепления ЧЭД на стеклянное основание. Используемый кремнийорганический клей-герметик "Эласил" позволяет сохранить метрологические характеристики тензомодулей во всем диапазоне давлений и температур.

Тензомодули серии ТДМ1-А предназначены для контроля абсолютного давления газовых сред с повышенной влажностью. Чтобы датчик эффективно работал при повышенной влажности, применяют заливку компаундом (см.рис.1б). Для тензомодулей ТДМ1-А величина номинального давления не превышает 0,25 МПа, по остальным параметрам тензомодули ТДМ1 аналогичны тензомодулям серии ТДМ-А.

Для защиты конструкции микроэлектронного преобразователя от воздействия окружающей среды предложена новая конструкция чувствительного элемента абсолютного давления ЧЭДА-1 (рис.2а) и соответственно новая конструкция тензопреобразователя (рис.2б). ЧЭДА-1 состоит из четырех частей: кристалла ИПД, кремниевой прокладки, кремниевого основания и кристалла-крышки. Соотношение размеров внутренних полостей в соединяемых деталях выбрано таким образом, чтобы обеспечить механическую развязку ИПД и корпуса преобразователя [1]. По форме кристалл ИПД – квадрат со стороной 6,2 мм. В кристалле сформирована тонкая мембрана с жестким центром, на которую подается измеряемое давление. С лицевой стороны кристалла ИПД находятся четыре тензорезистора. Над лицевой поверхностью ИПД расположена крышка, в которой анизотропным травлением сформировано углубление. Крышка по периметру герметично соединяется с ИПД при помощи легкоплавкого стекла. Процесс соединения деталей происходит в вакууме. При этом под крышкой образуется вакуумная полость, относительно которой измеряется давление. В кристалле ИПД соединение тензорезисторов с металлической разводкой осуществляется переходными высоколегированными областями р+-типа [2] за пределами зоны соединения кристалла ИПД с защитной крышкой, что обеспечивает надежность конс-



Основные параметры тензомодулей абсолютного давления

Параметр, обозначение, единица измерения, режим измерения	Диапазон изменения параметра		Температура среды, °С
	не более	не менее	
Ток потребления, $I_{пот}$, мА	–	1,5	-45...85
Выходное напряжение, U_0 , мВ, при $P=0$	-6	6	25±10
Диапазон выходного напряжения, $\Delta U_{выхном}$, мВ при $P_{ном} \leq 0,025$ МПа при $P_{ном} > 0,025$ МПа	20 40	80 150	25±10
Нелинейность выходной характеристики, 2 Кн, % при $P_{ном} \leq 0,025$ МПа при $P_{ном} > 0,025$ МПа	-0,3 -0,25	0,3 0,25	25±10
Температурный коэффициент дрейфа U_0 , ТКН, %/10°С при $P_{ном} \leq 0,025$ МПа при $P_{ном} > 0,025$ МПа	-0,3 -0,2	0,3 0,2	-45...85
Температурный коэффициент диапазона $\Delta U_{выхном}$, ТКД, %/10°С	-0,25	0,25	-45...85
Температурный гистерезис "нуля", ГН, % при $P_{ном} \leq 0,025$ МПа при $P_{ном} > 0,025$ МПа	-0,3 -0,2	0,3 0,2	-45...85
Температурный гистерезис диапазона выходного напряжения, ГТД, % при $P_{ном} \leq 0,025$ МПа при $P_{ном} > 0,025$ МПа	-0,3 -0,2	0,3 0,2	-45...85

трукции. Надежность ЧЭД увеличивается также благодаря тому, что разновысокие части лицевой стороны кристалла ИПД (вследствие наличия алюминиевой разводки) вынесены на периферию кристалла ИПД и находятся вне зоны соединения кристалла с крышкой.

Крышка корпуса и вакуумноплотное соединение между крышкой и основанием корпуса полностью изолируют электрическую схему кристалла от воздействия внешней среды. При этом полость между основанием корпу-

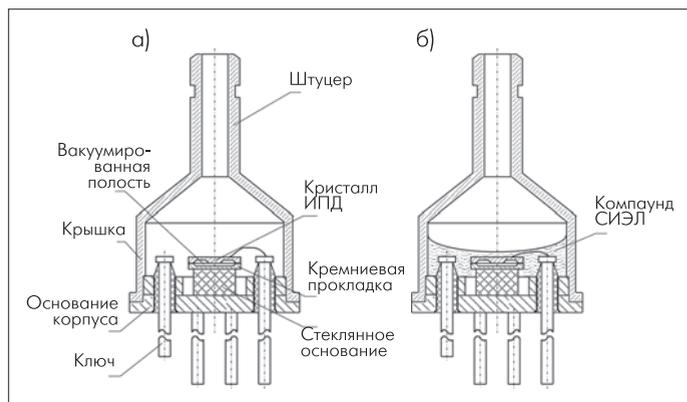


Рис. 1. Конструкции тензомодулей абсолютного давления: а) серия ТДМ-А; б) серия ТДМ1-А

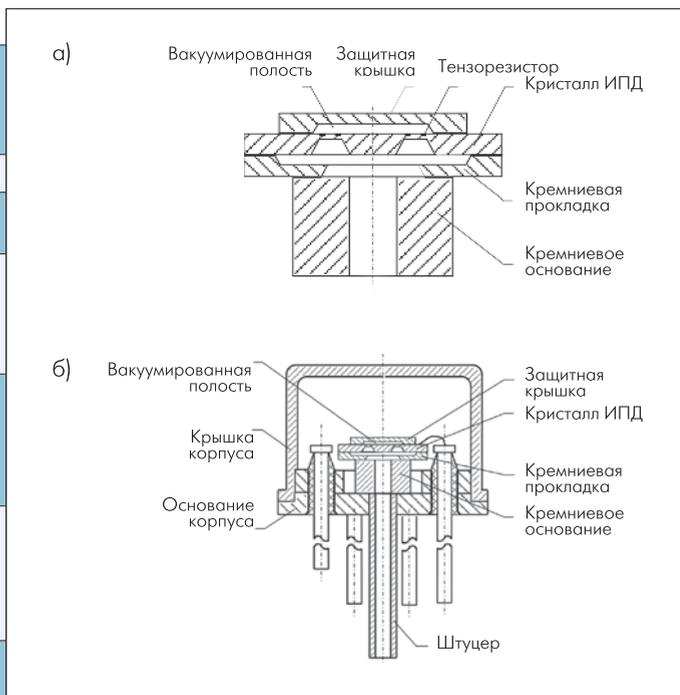


Рис. 2. Конструкция чувствительного элемента давления ЧЭД-1 (а) и тензомодуля абсолютного давления, защищенного от воздействия окружающей среды (б)

са и крышкой заполнена воздухом при атмосферном давлении или инертным газом. Давление измеряемой среды подается со стороны основания корпуса через трубку. При этом измеряемая среда воздействует на кремний и соединительное стекло, что позволяет контролировать давление как газов, так и жидкостей.

Предлагаемая конструкция защищенного малогабаритного тензомодуля обеспечивает высокие метрологические характеристики, не уступающие характеристикам серийно выпускаемых тензомодулей ТДМ-А и ТДМ1-А. Интегральная технология изготовления кристалла преобразователя давления, технологичность сборки тензомодуля, защищенность его от внешних воздействующих факторов позволяют снизить себестоимость и расширяют функциональные возможности применения тензомодулей в самых разных областях. Выпущена серия датчиков предлагаемой конструкции на давление с верхним пределом измерения в 25 кПа.

Принимаются заказы на поставку тензомодулей ТДМ-А и ТДМ1-А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ № 2278447, МПК H01L 29/84, G01L 9/04. Интегральный преобразователь давления. Оpubл. 2005.12.10 / Зимин В.Н., Резнев А.А., Сауров А.Н.; Шелепин Н.А.
2. Патент РФ № 2169912, МПК G01L9/04. Микроэлектронный датчик давления. Оpubл. 2001.06.27 / Зимин В.Н., Ковалев А.В., Панков В.В., Тимошенко С.П., Шелепин Н.А.