

# МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ



ТЕХНОЛОГИЯ  
«КРЕМНИЙ  
НА САПФИРЕ»  
**МИКРОТЕНЗОР**



- РАЗРАБОТКА
- ПРОИЗВОДСТВО
- ПРОДАЖА

302040, Россия, г. Орел  
ул. Ломоносова, д.6, пом. 2  
тел.: +7 (4862) 303-450  
e-mail: ooo@microtensor.ru  
сайт: www.microtensor.ru

## Микроэлектронные датчики давления РТМ

Компания «Микротензор» – разработчик и производитель электронных средств измерения давления. Ее микроэлектронные тензопреобразователи избыточного давления и силы, микроэлектронные преобразователи давления на основе структур «кремний на сапфире» создаются на современном оборудовании из российских материалов и комплектующих. Высокая квалификация специалистов, изучение запросов рынка и постоянно совершенствующийся технологический процесс позволяют в короткие сроки разрабатывать и выпускать новые модификации, в том числе созданные по согласованным техническим требованиям клиентов. О характеристиках датчиков давления линейки РТМ, применяемых технологиях, материалах, а также о работе предприятия в современных условиях рассказывает коммерческий директор ООО «Микротензор» [Илья Мельников](#).

**ЦИТАТА:** Наши датчики давления – аналоги импортных, по техническим характеристикам и качеству им не уступают, но производятся из российских материалов и комплектующих.

**ИСУП:** Илья Игоревич! У вас большая и отлаженная номенклатура КИП. Однако на рынке масса запросов на аналоги иностранного производства. Планируете ли в случае повышенного спроса вывести на рынок такие же датчики?

**И. И. Мельников:** Да, действительно, в последнее время США, страны Евросоюза и некоторые другие государства ввели санкции в отношении России на поставки импортных комплектующих, в связи с чем

перед предприятиями оборонной, автомобилестроительной, нефтегазовой отраслей остро встал вопрос импортозамещения. ООО «Микротензор» является разработчиком и производителем не только тензопреобразователей (сенсоров) давления, но и преобразователей (датчиков) давления. Наши датчики давления – аналоги импортных, по техническим характеристикам и качеству им не уступают, но производятся из российских материалов и комплектующих. Кроме того, мы постоянно изучаем продукцию, пред-

ставленную на рынке, запросы ключевых компаний на функциональность датчиков. Наши технические специалисты могут доработать базовую модель или разработать новый датчик под нужды конкретного потребителя. Поэтому с уверенностью могу сказать, что мы уже активно выводим на рынок РФ наши новые датчики (рис. 1). Хотелось бы отметить нашу новинку – датчики давления с открытой мембраной (рис. 2), которые востребованы при производстве пластмассовых изделий, строительных ком-



Рис. 1. Рабочий процесс в производственной лаборатории ООО «Микротензор»



Рис. 2. Датчик давления серии RTM-M с открытой мембраной

понентов, для измерения давления в вязких и пастообразных средах, таких как лаки, краски, масла, молочные продукты, густые смазки и т. д. В датчиках давления для сред, где возможны резкие перепады давления, мы используем демпфер для гашения пульсации измеряемой среды и предохранения мембраны датчика от гидроудара.

**ИСУП:** Есть ли у вас решения для агрессивных сред?

**И. И. Мельников:** При изготовлении приборной продукции ООО «Микротензор» применяет титан и нержавеющую легированную сталь.

Титан коррозионно устойчив в атмосферном воздухе, морской воде, во влажном хлоре, хлорной воде, горячих и холодных растворах хлоридов, в различных технологических растворах и реагентах, применяемых в химической, нефтяной, бумажной и других отраслях промышленности, а также в гидрометаллургии.

Нержавеющая сталь используется для изготовления корпусов приборов, работающих в агрессивных средах. Нержавеющая сталь, из которой изготовлены наши датчики давления, может применяться в химической и нефтяной отраслях, в машиностроении, секторе топливной промышленности и энергетики.

**ИСУП:** Давайте поговорим о ваших высокотемпературных преобразователях давления РТМ. Какой у них верхний предел измеряемого давления, температура измеряемой среды, погрешность?

**И. И. Мельников:** Высокотемпературные датчики давления РТМ-НТ (рис. 3) из титанового сплава работают в диапазоне рабочих давлений от 0–0,1 до 0–100 МПа. Температура окружающей среды – от +5 до +50 °С; измеряемой среды – от +50 до +200 °С. Основная погрешность ±0,5 %.

Высокая перегрузочная способность преобразователей достигнута за счет применения двухслойной сапфирово-титановой мембраны с монокристаллическими кремниевыми тензорезисторами (технология «кремний на сапфире»). Данная технология относится к «сухим», что делает датчики более устойчивыми к физическому воздействию в процессе эксплуатации, чем датчики с кремниевыми сенсорами с заполняющей средой. Монокристаллическая сапфировая мембрана является идеальным упругим элементом и в соединении с титаном приобретает лидирующее качество по уровню деформаций.

Оптимальные метрологические и эксплуатационные характеристики преобразователей, такие как стабильность,

воспроизводимость и помехозащищенность выходного сигнала, достигнуты на основе применения чувствительного элемента из монокристаллического кремния, расположенного на сапфировой мембране, и специализированной электронной схемы высокой степени интеграции с цифровой обработкой сигнала.

**ИСУП:** Возможно ли использование датчиков РТМ в работе с расплавленными полимерами и т. д.?

**И. И. Мельников:** В настоящее время наше предприятие в тесном сотрудничестве с Орловским государственным университетом занимается разработкой уникального датчика давления расплава. Мы не станем раскрывать все секреты, но отметим, что это будет интеллектуальный датчик. В настоящее время под интеллектуальным датчиком понимают прибор со встроенной электроникой, включающей в себя АЦП, микропроцессор, цифровой сигнальный процессор, систему на кристалле и так далее, а также цифровой интерфейс с поддержкой сете-



Рис. 3. Высокотемпературный датчик давления РТМ-НТ



Рис. 4. Датчик температуры МР-РТ

вых протоколов для коммуникации. Кроме того, интеллектуальный датчик может быть включен в беспроводную сеть датчиков благодаря функции самоидентификации. Датчик будет предназначен для работы при температуре измеряемой среды до +350 °С.

**ИСУП:** Как вы нивелируете воздействие различных температурных режимов на точность и стабильность показаний ваших датчиков?

**И. И. Мельников:** В преобразователях давления РТМ, РТМ-М применяется интегральная CMOS-микросхема<sup>1</sup> для высокоточного усиления и коррекции сигналов мостового сенсора. Микросхема обеспечивает цифровую компенсацию нуля сенсора, чувствительности, температурного дрейфа и нелинейности с помощью 16-разрядного микроконтроллера, выполняющего алгоритм коррекции. Калибровочные коэффициенты хранятся во внутренней энергонезависимой памяти.

Это позволяет достичь основной погрешности не более  $\pm 0,25\%$ , дополнительной погрешности от температуры в диапазоне термокомпенсации  $\pm 0,1\%/10\text{ }^\circ\text{C}$ .

**ИСУП:** У некоторых производителей датчик давления измеряет также температуру. Имеется ли подобное решение у вас?

**И. И. Мельников:** В нашей линейке продукции есть тензопреобразователь избыточного давления со встроенным

датчиком температуры серии МР-РТ (рис. 4). На его базе мы разрабатываем высокотемпературный интеллектуальный датчик давления, способный измерять и давление, и температуру. Температура измеряемой среды будет определяться с точностью до  $0,1\text{ }^\circ\text{C}$ . Индикатор датчика будет отображать давление и температуру с возможностью переключения.

**ИСУП:** Ваша компания – производитель полного цикла. Есть ли в вашем арсенале системы для проверки средств измерения давления собственного производства для продажи?

**И. И. Мельников:** Изначально для ООО «Микротензор» приоритетным направлением было производство тензопреобразователей (сенсоров) давления. Однако, понимая растущие потребности рынка в датчиках давления российского производства, мы выделили отдельное направление – производство преобразователей давления, основой для которых стали сенсоры собственного производства и проверенная десятилетиями технология «кремний на сапфире».

Данное направление активно развивается, производство расширяется, появляются новые модели датчиков. Преобразователи давления РТМ и РТМ-М, выпускаемые ООО «Микротензор» по ТУ 26.51.52-002-37400562-2017, прошли процедуру утверждения типов средств измерения. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) № 1241 «Об утверждении типов средств измерений» от 23.05.2022 утверждено описание типа средств измерений и включены сведения в Федеральный информационный фонд за номером 85616-22. Поэтому теперь мы имеем возможность выпускать и реализовывать датчики с межповерочным интервалом 3 года.

**ИСУП:** Расскажите, пожалуйста, о ваших преобразователях давления с цифровой индикацией.

**И. И. Мельников:** Датчики давления, как устройства, преобразующие измеряемую величину в унифицированный цифровой сигнал (рис. 5), могут использоваться в сфере ЖКХ, на производстве (химическом, пищевом, нефтехимическом, в машиностроении, металлургии, судостроении,



Рис. 5. Датчик давления РТМ

энергетике) и для проведения лабораторных экспериментов. Наличие цифрового индикатора позволяет контролировать давление на участке системы вдали от пульта управления.

Характеристики датчика:

- ▶ основная погрешность:  $\pm 0,25\%$ ;  $\pm 0,5\%$ ;
- ▶ диапазон рабочих давлений: у РТМ – от 0–0,16 до 0–100 МПа, у РТМ-М – от 0–0,1 до 0–250 МПа;
- ▶ диапазон рабочих температур: от  $-40$  до  $+85\text{ }^\circ\text{C}$ .

**ИСУП:** Возможна ли модификация датчиков под требования заказчика?

**И. И. Мельников:** Поскольку ООО «Микротензор» – компания полного цикла с огромным опытом в разработке тензопреобразователей давления, которые являются основой датчиков, мы имеем возможность в короткие сроки дорабатывать и разрабатывать новые датчики давления с конкретными характеристиками. Так, в планах у нас выпуск датчика высокого давления (до 500 МПа) на базе уже существующего и серийного выпускаемого сенсора НД.

Беседовал С. В. Бодрышев,  
главный редактор журнала «ИСУП».



ООО «Микротензор», г. Орёл,  
тел.: +7 (4862) 303-450,  
e-mail: ooo@microtensor.ru,  
сайт: microtensor.ru

<sup>1</sup> CMOS (от англ. Complementary Metal-Oxide Semiconductor) – микросхемы, базирующиеся на комплементарном металлоксидном полупроводнике.