

МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕНЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ И СИЛЫ

Диапазон рабочих давлений:
от 0-0,06 до 0-500 МПа

Диапазон рабочих температур:
от -200 до +200°C



ТЕХНОЛОГИЯ
«КРЕМНИЙ
НА САПФИРЕ»
МИКРОТЕНЗОР

Сделано в России. Микроэлектронные тензопреобразователи давления и силы



Представлено измерительное оборудование компании «Микротензор»: тензопреобразователи давления, созданные с применением технологии «кремний на сапфире». Технический директор предприятия С. В. Благодетелев рассказывает об особенностях данной технологии, характеристиках и преимуществах тензопреобразователей давления разных серий.

ООО «Микротензор», г. Орёл

Количество компаний, выпускающих средства КИПиА в России, при всех проблемах, с которыми пришлось столкнуться нашей стране, неуклонно растет. У многих налажен полный цикл производства, кто-то к этому только стремится. Однако всех объединяет одна типичная особенность – потребность в чувствительных элементах. А вот как раз производителей сенсоров на отечественном рынке, к сожалению, не так много. Их продукция хорошо известна специалистам, и именно она во многом определяет в глазах профессионалов качество датчика того или иного производителя. Если провести аналогию с финансовым сектором, то производителей сенсоров вполне уместно сравнить с системообразующими банками, от функционирования которых зависит экономическая

стабильность и безопасность всего государства. Одним из таких, без преувеличения, системообразующих производителей является компания ООО «Микротензор» (г. Орёл), занимающаяся производством микроэлектронных тензопреобразователей (сенсоров) избыточного давления и силы и преобразователей давления на основе структур «кремний на сапфире». Компания хорошо известна и пользуется заслуженным уважением у отечественных и иностранных предприятий: ПАО «НК Роснефть», ПАО «Газпром», Schlumberger, Emerson, ADZ NAGANO, ЗАО «ЭЛЕКТОН», ООО «ИРЗ ТЭК» и многих других.

Важной особенностью и конкурентным преимуществом ООО «Микротензор» является не только наличие 18 типовых серий тензопреобразователей, но и возможность разработки

сенсоров по уникальному техническому заданию предприятий. Подобными возможностями обладают лишь немногие производители в мире, и один из них – компания из г. Орёл. Среди несомненных достоинств тензопреобразователей производства ООО «Микротензор» можно назвать цельноточный титановый корпус, позволяющий выдерживать сверхвысокие давления (до 500 МПа), и в целом устойчивость сенсоров к высоким механическим нагрузкам, их коррозионную и радиационную стойкость, а также широкий диапазон рабочих температур: от –200 до +200 °С.

Об особенностях столь важной продукции, ее характеристиках и особенностях технологии «кремний на сапфире» рассказывает технический директор предприятия Сергей Благодетелев.

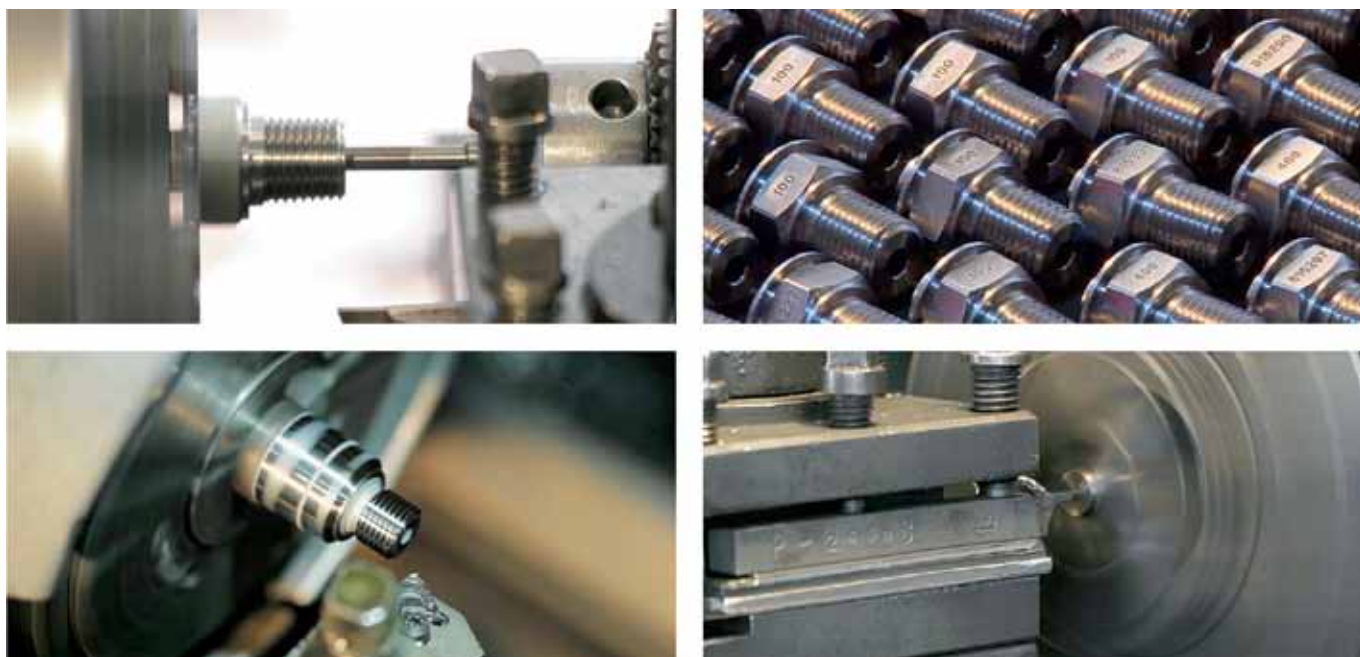


Рис. 1. Производство компании «Микротензор»

Интервью с Сергем Васильевичем Благодетелевым, техническим директором ООО «Микротензор»

ИСУП: Ваша компания выпускает достаточно обширную линейку тензопреобразователей. Какие, на ваш взгляд, изделия из этой линейки фактически не имеют «конкурентов»?

С. В. Благодетелев: «Микротензор» — один из крупнейших производителей сенсоров в России. Мы выпускаем 18 серий тензопреобразователей, а общее число модификаций превышает восемь тысяч. Кроме того, мы регулярно разрабатываем индивидуальные решения по техническим требованиям заказчиков. В целом можно выделить три серии с «нетиповыми» характеристиками.

Первая серия HPL-P (рис. 2) включает микроэлектронные низкотемпературные тензопреобразователи избыточного давления. Нижняя граница диапазона рабочих температур ($-200\text{ }^{\circ}\text{C}$) позволяет эксплуатировать их, например, в жидком азоте. Основные характеристики: диапазон рабочих давлений: от 0–0,1 до 0–60 МПа, диапазон рабочих температур: от -200 до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Рис. 2. Низкотемпературный тензопреобразователь избыточного давления HPL-P



Рис. 3. Микроэлектронные тензопреобразователи избыточного давления HD

Во вторую серию HD (рис. 3) входят микроэлектронные тензопреобразователи избыточного давления, в которых используется технология монолитного цельноточеного корпуса, позволяющая изготавливать тензопреобразователи с рабочим давлением до 500 МПа. Основные характеристики: диапазон рабочих давлений: от 0–100 до 0–500 МПа; диапазон рабочих температур: от -45 до $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Третья серия PT (рис. 4) — это миниатюрные микроэлектронные тензопреобразователи избыточного давления с уменьшенным диаметром 10 мм. Основные характеристики: диапазон рабочих давлений от 0–4 до 0–150 МПа; диапазон рабочих температур: от -45 до $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

ИСУП: В линейке тензопреобразователей избыточного давления три конструктивные группы: двухмембранные, одномембранные сварные и одномембранные цельноточенные. Какая из них наиболее популярна?

С. В. Благодетелев: Я бы не стал разделять конструктивные группы по популярности. Конструктив в данном случае влияет только на диапазон рабочего давления. У двухмембранных — от 0,1 до 1,0 МПа, у одномембранных сварных — от 1,6 до 10 МПа и у одномембранных цельноточенных — от 16 до 500 МПа.



ИСУП: Что можно сказать об особенностях тензопреобразователей, построенных на основе технологии «кремний на сапфире»?

С. В. Благодетелев: Если вкратце, то суть состоит в следующем. Чувствительным элементом тензопреобразователей является двухслойная сапфино-титановая мембрана с монокристаллическими кремниевыми тензорезисторами. Монокристаллическая сапфиновая мембрана — это идеальный упругий элемент и в соединении с титаном она приобретает лидирую-



Рис. 4. Тензопреобразователь с уменьшенным диаметром серии PT



Рис. 5. Тензопреобразователь избыточного давления серии MP-PT с датчиком температуры

шее качество по уровню деформаций, сохраняет упругие свойства в широком диапазоне температур (от -200 до 400 °С). Монокристаллические кремниевые тензорезисторы соединены с сапфиром на атомарном уровне (метод гетероэпитаксии) и работают практически без гистерезиса и усталостных явлений во времени. Уникальные изолирующие свойства и радиационная стойкость сапфира позволяют эксплуатировать чувствительный элемент при высоких электромагнитных помехах и воздействии радиации.



Рис. 6. Тензопреобразователь MDX с корпусом из нержавеющей стали

Тензочувствительные элементы изготавливаются групповыми методами твердотельной технологии микроэлектроники и имеют высокое качество и хорошую воспроизводимость выходных параметров.

ИСУП: Да, это удивительная технология. А о каких еще интересных и ярких конструктивных особенностях ваших тензопреобразователей Вы могли бы рассказать?

С. В. Благодетелев: В нашей линейке тензопреобразователей давления я бы выделил три серии с интересными конструктивными решениями:

- ▶ в серии MP-PT (рис. 5) тензопреобразователи давления снабжены



Рис. 7. Тензопреобразователи серий Р и PF-P с омываемой мембраной

датчиком температуры. Это позволяет использовать их для контроля двух физических величин: давления и температуры. Приборы серии MP-PT обеспечивают раздельное непрерывное преобразование избыточного давления газообразных и жидких сред и температуры в электрические выходные сигналы. Изготавливаются с гибким кабелем (0,5–2 м) для использования выносной электроники, имеют степень защиты корпуса IP65;

- ▶ у тензопреобразователей серии MDX (рис. 6) корпус из нержавеющей стали;
- ▶ тензопреобразователи давления серий Р и PF-P (рис. 7) с омываемой мембраной для использования в вязких средах.

ИСУП: Есть ли среди ваших заказчиков предприятия из ближнего и дальнего зарубежья?

С. В. Благодетелев: ООО «Микротензор» – предприятие, которое хорошо известно многим потребителям не только у нас в России, но и за рубежом. До 40% своей продукции мы экспортируем на международные рынки. Мы поставляем свою продукцию во многие страны: в Германию, Великобританию, Финляндию, Словакию, Китай, Южную Корею, Индию, Казахстан и Белоруссию. Поэтому ответ на вопрос будет таким: заказчиков у нас много как в ближнем, так и в дальнем зарубежье.

ИСУП: Какие из отечественных компаний являются основными заказчиками сенсоров вашего производства?

С. В. Благодетелев: Наверное, так перечислить сразу сложно. Однако есть компании, с которыми нас связывают десятилетия сотрудничества: Emerson, ЗАО «ЭЛЕКТОН», ООО «ИРЗ ТЭК» и другие.

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