

## МЕМБРАННЫЙ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель канд. техн. наук доцент Молочко В.И.*

Преобразователь, в котором упругая деформация мембраны преобразуется в пропорциональный электрический сигнал с помощью наклеенных на поверхность упругого тела решетчатых тензосопротивлений, называется мембранным тензометрическим датчиком. Такие датчики используют для измерения (контроля) переменного высокочастотного давления в различных технологических установках, когда применение манометров со стрелочным указателями невозможно из-за неудобства считывания информации и быстрого выхода из строя стрелочных приводных механизмов.

Существует два подхода [1] к конструированию подобных приборов.

В соответствии с первым подходом прогиб рабочей мембраны, находящийся под действием измеряемого давления, используются для создания силы, вызывающей деформацию другого упругого тела, например, изогнутой или кольцевой балочки, тонкостенного цилиндра, второй мембраны, на поверхность которых наклеиваются решетчатые тензосопротивления. То есть, электрический сигнал в этом случае создается за счет деформации дополнительного упругого тела. Преимуществом такого подхода является возможность обеспечения гарантированной прочности рабочей мембраны и исключение вследствие этого опасного для обслуживающего персонала высоконапорного выброса рабочей жидкости в случае прорыва мембранной пластины. Кроме того, это дает возможность создания на основе одной и той же рабочей мембраны приборов с различным диапазоном измеряемого давления, что достигается подбором конструктивных параметров дополнительного упругого тела.

При втором подходе в качестве площадки для наклеивания решетчатых тензосопротивлений используется внешний торец самой

рабочей мембраны. Устранение дополнительного элемента не только упрощает конструкцию датчика, но и способствует повышению его точности, поскольку исключается дополнительное превращение «упругая деформация – сила», присутствующее в мембранных тензометрических датчиках первого типа. Однако в этом случае существенно повышаются требования к точности расчета размерных параметров рабочей мембраны, ибо при завышенных размерах толщины мембраны снижается ее упругость, а следовательно чувствительность датчика, а при заниженной толщине возникает опасность усталостного разрушения мембраны, вероятность которого возрастает при наличии высокочастотных колебаний измеряемого давления.

Разработанный нами мембранный тензометрический датчик, как и ранее спроектированный [2], относится к манометрическим приборам второго типа и предназначен для технологического контроля переменного давления в гомогенизаторе. Указанная технологическая установка используется при производстве молочной продукции; ее назначение – диспергирование (размельчение) и равномерное распределение жировых частиц в молоке и жидких молочных продуктах с кинематической вязкостью не более  $5 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с путем продавливания через форсунки (узкие кольцевые каналы) со скоростью примерно 200 м/с нагретой до температуры 70...85° С молочной массы под действием асимметричного по циклу переменного давления, изменяющегося в пределах  $p=12 \pm 8$  МПа с частотой 5 Гц.

Основным недостатком известной конструкции датчика [2] является фланцевый принцип крепления предохранительной крышки к корпусу. В сочетании с применяемым в гомогенизаторной установке таким же, то есть фланцевым способом крепления датчика к панели гидропривода, корпус становится двухфланцевой и, следовательно, нетехнологичной деталью. Действительно, выборка материала между фланцами при использовании в качестве заготовки круглого проката сопряжена с существенными технологическими трудностями и переводом большого количества материала в стружку, что неэкономично (низкий коэффициент использования материала). Нетехнологична и однофланцевая конструкция предохранительной крышки, поскольку при использовании в качестве заготовки круглого проката и в этом случае значительная часть материала переводится в стружку.

С целью устранения указанных недостатков в новой конструкции мембранного тензометрического датчика использован принцип бокового крепления предохранительной крышки к цилиндрической части корпуса, что позволило исключить фланец на предохранительной крышке и один из фланцев на корпусе датчика.

Конструкция нового мембранного тензометрического датчика после проведения указанных нововведений имеет вид (рис. 1).

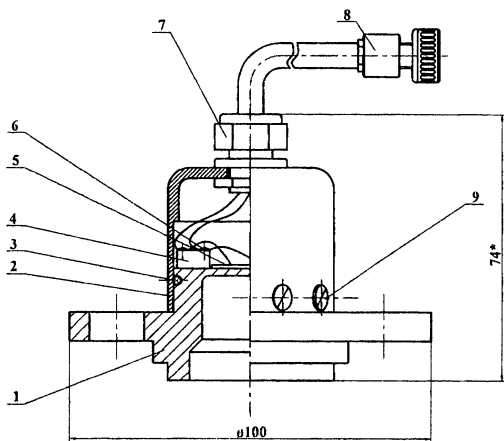


Рис. 1 Промышленный образец датчика давления

Датчик состоит из корпуса 1, выполненного за одно целое с рабочей мембраной, на деформируемой части наружного торца которой наклеены рабочие 5, а на недеформируемой, жесткой части – компенсирующие тензосопротивления и клеммная колодка в виде печатной платы 4 для подсоединения (припаивания) с одной стороны концов тензорезисторов, а с другой – концов соединительного кабеля 8; крышки 2, прикрепленной винтами 9 к нижней половине цилиндрического выступа корпуса 1, назначение которой – предотвращение прямого выброса рабочей жидкости в случае разрушения мембраны; резиновой прокладки 3 для предохранения тензоэлементов от пыли и других видов загрязнения и гермоввода 7, обеспечивающего герметичность прохождения кабеля через крышку 2. Буртики на нижней части корпуса 1 служат для присоединения к гидравлической системе гомогенизатора, а фланец с отверстиями – для крепления датчика к приборной панели гомогенизаторной установки.

Благодаря применению тензосопротивлений с базовой длиной 10 мм удалось уменьшить диаметр рабочей камеры до 27 мм. Уменьшение диаметра внутреннего отверстия позволило уменьшить наружный диаметр мембранного выступа рабочей части корпуса до 43 мм при сохранении прежней ширины жесткой недеформируемой части торца мембраны, а также уменьшить радиус закругления мембраны до величины  $r=0,15R=0,15 \cdot 13,5=2$  мм.

Проведенные конструктивные изменения позволили уменьшить габариты и вес датчика с 1.49 до 0.69 кгс, т.е. более чем в 2 раза.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Розенблит, Г.Б., Виленский, П.И., Горелик, Я.И. Датчики с проволочными преобразователями. – М.: «Машиностроение», 1966 – 136 с.

2 Томашов, И.Н. Диафрагменный датчик давления. Тезисы докладов VIII Республиканской НТК студентов и аспирантов БНТУ. Часть 6, с.70-71, – М., 2003.

Хотина М.В.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ НЕРАЗРУШЕНИЯ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМОЙ ФЕРМЫ

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель канд. техн. наук Трещачко В.М.*

Обычный детерминистический подход к расчету конструкций состоит из двух этапов:

1) вычисляются напряжения, деформации и перемещения в конструкциях, подверженных действию внешних нагрузок. Эта задача решается методами строительной механики, теории упругости, теории пластичности и т.д.

2) вычисленные величины сопоставляются с нормативно допустимыми значениями. При этом решаются задачи надежности, долговечности и экономичности конструкций.