

*Секция «Новые материалы и перспективные технологии обработки материалов»*

Согласно приведенным данным по своим свойствам медицинские стекла разработанных составов не уступают импортным составам медицинских стекол, при этом характеризуются пониженным содержанием оксида  $B_2O_3$  и суммы оксидов щелочных металлов. Это позволяет рекомендовать разработанные составы для изготовления медицинской тары при организации ее производства на ПРУП «Борисовский хрустальный завод».

ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонова, М.В. Химическая технология стекла и ситаллов / М.В. Артамонова; под ред. Н.М. Павлушкина. – М.: Стройиздат, 1983. – 432 с.
2. Литюшкина, В.В. Варка тугоплавких боросиликатных стекол в электрических печах / В.В. Литюшкина // Стекло и керамика. – 1998. – № 2. С. 6–8.

УДК 531.787

Кирилов Е.С.

**ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ**

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

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

Основной эксплуатационной проблемой тензометрических датчиков давления, работающих в условиях высокочастотного асимметричного цикла нагружения является недостаточный с точки зрения практики срок службы их чувствительного элемента.

Действительно, основные отказы датчика связаны с усталостным нагружением мембраны, причем поломки происходят по ее наружному контуру.

С целью упрочнения переходных участков зоны нагружения нами были использованы цельноточенные конструкции датчиков, у которых мембрана и корпус выполняются в виде одной общей детали с радиусным сопряжением между указанными элементами конструкции. Эксплуатация таких датчиков на ряде молочных заводов Минска и республики показали, что срок службы тензометрических датчиков увеличился до 3-х месяцев непрерывной эксплуатации. С целью дальнейшего повышения долговечности

тензометрических датчиков, нами была предложена конструкция с двухрадиусным (внутренним и внешним) сопряжением мембраны с корпусом [1]. Однако в процессе изготовления и эксплуатации таких датчиков были выявлены ряд недостатков. Рабочая площадь мембраны находится в углублении, что ограничивает доступ и осложняет операции наклеивания, электрической коммутации и вывода тензометрических решеток на клеммную колодку. Кроме того недостатком конструкции является исполнение заодно целое крепежного фланца и корпуса датчика. При обработке такой детали большая часть дорогостоящей коррозионностойкой стали 40Х13 превращается в стружку.

В новой разработанной нами конструкции датчика вместо плоской торцевой использована цилиндрическая мембрана. Кроме того, крепежная часть и корпус датчика выполнены раздельно (в виде отдельных деталей). Указанные изменения обеспечили удобство расположения тензометрических решеток и существенное повышение коэффициента использования металла при обработке стальных деталей. Общий вид новой конструкции представлен на рис. 1.

Датчик состоит из корпуса 2 с присоединительными буртиками и тонкостенным цилиндром, выполняющим роль упругой мембраны.

Информационным ресурсом прибора являются рабочие тензометрические решетки 8, наклеенные на упругую часть цилиндрической мембраны и соединенные по мостовой схеме с компенсирующими тензометрическими решетками 9, наклеенными на жесткий торец цилиндра. Концы решетчатых тензосопротивлений припаиваются к промежуточной клеммной колодке 10, к которой с помощью штекера 11 и гермоввода 6 подключаются концы приборного выводного кабеля. Это обеспечивает возможность простого размыкания электрической цепи при необходимости снятия крышки 1, прикрепленной к нижней, утолщенной части корпуса 2 винтами 4.

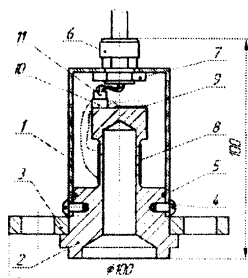


Рисунок 1 – Опытный образец датчика давления

Назначение крышки не только предотвращение прямого выброса рабочей жидкости в случае разрушения мембраны, но и предохранение тензоэлементов от пыли и других видов загрязнения, чему способствует

*Секция «Новые материалы и перспективные технологии обработки материалов»*

также резиновое уплотнительное кольцо 5. Датчик крепится к гомогенизатору с помощью крепежного фланца 3.

Основным конструктивным элементом датчика является мембрана, которая должна обладать достаточной прочностью и упругостью, что обеспечивается правильным выбором толщины ее стенки.

На основании безмоментной теории расчета тонкостенных цилиндрических сосудов [2] окружное напряжение определяется формулой

$$\sigma_t = pR/h, \quad (1)$$

и меридиональное напряжение подсчитывается по формуле

$$\sigma_l = pR/2h, \quad (2)$$

где  $p$  – давление в гидросистеме, МПа;  $R$  – радиус отверстия, мм;  $h$  – толщина стенки цилиндрической мембраны, мм.

При расчете величины  $h$  будем исходить из формулы (1), причем вместо параметра  $\sigma_t$  примем допускаемое напряжение  $[\sigma]$  материала мембраны. Тогда толщина стенки мембраны  $h$  будет определяться формулой

$$h = pR/[\sigma]. \quad (3)$$

Давление  $p$  в системе определяется условиями эксплуатации датчика, радиус  $R$  определяется из конструктивных соображений, обусловленных требованиями экономии мембранной стали. Допускаемое напряжение определяется выбранной маркой мембранного материала. Для условий работы датчика в гомогенизаторе была принята коррозионно-стойкая сталь 40Х13. Поскольку она не корродирует при работе с пищевой массой и в тоже время поддается закалке, что обеспечивает прочность и упругость.

В нашем случае переменное давление  $p = 12 \pm 8$  МПа, т.е. максимальное расчетное давление равняется 20 МПа. Радиус отверстия  $R$  был принят 10 мм.

При переменном давлении допускаемое напряжение должно обеспечить усталостную прочность материала, вследствие чего

$$[\sigma] \leq \sigma_r, \quad (4)$$

где  $\sigma_r$  – предел выносливости материала при заданном коэффициенте  $r$  асимметрии цикла нагружения, равном отношению минимального напряжения  $\sigma_{\min}$  в цикле к его максимальному значению  $\sigma_{\max}$ .

Поскольку напряжения  $\sigma$  в теле мембраны прямо пропорциональны давлению  $p$ , то можно записать  $r = p_{\min} / p_{\max}$ .

По данным [3] для стали 40Х13 (после закалки 1050°С, воздух и отпуска 650°С, выдержка 3 часа) предел текучести  $\sigma_{0,2} = 710$  МПа. По данным того же источника [3] для данного материала предел выносливости  $\sigma_{-1} = 370$  МПа.

Подставляя указанные значения  $r$ ,  $\sigma_r$ , и  $\sigma_{-1}$  в формулу (5) получим  $\sigma_r = 519$  МПа.

Если принять коэффициент запаса «метрологической» прочности  $k=2$ , а максимальное измерительное давление определять исходя из 20%-ной возможной перегрузки, то тогда толщина стенки цилиндрической мембраны разработанного нами датчика будет равна

$$\delta = \frac{1,2 p R k}{\sigma_r} = \frac{1,2 \cdot 20 \cdot 10 \cdot 2}{519} = 0,92$$

В конструкции принято  $h=1$  мм.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кирилов, Е.С. Двухрадиусный мембранный тензометрический датчик / Е.С. Кирилов // Материалы IV Республиканской научно-практической конференции молодых ученых и студентов БНТУ. – 2009. С. 57–59.
2. Татур, Г.К. Общий курс сопротивления материалов / Г.К. Татур. – Минск: Вышэйшая школа, 1974.
3. Краткий справочник металлиста. – М: Машиностроение, 1986. – 960 с.

УДК 621.762.4

Ковалев К.Г.

## О ТЕРМИНОЛОГИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

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

*Научный руководитель: д-р техн. наук, Козлов В.С.*

*Раскрыты некоторые ошибки в терминологии при описании и изучении электромагнитных явлений и даны пояснения понятий поля сил и терминов, представляющих параметры магнитного поля. Сделаны замечания по вопросам названия закона Гаусса при изучении физики и по применению латинского алфавита для обозначения физических величин.*

При изучении электрических и магнитных явлений ключевым понятием является физическая природа электромагнитных взаимодействий между телами. Для описания этих взаимодействий введено понятие "поле сил". Наши органы чувств не позволяют видеть и ощущать непосредственно силы электрических и магнитных полей. Поэтому понятия магнитное или электрическое поле воспринимаются часто как некий абстрактный символ физической величины. При этом эти понятия затруднены для их освоения