

индекс 3624

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-563(50)-82

В.С.УРИХАНЯН

ПРИЖИМНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ
СИЛЫ МАГНИТОМЕТРА ИНТЕГРАЛЬНОГО МАГНИТНОГО
ПОЛЯ

ԵՐԵՎԱՆ 1982 ԵՐԵՎԱՆ

Одной из особенностей работы преобразователя силы магнитометра интегрального магнитного поля [I] является необходимость создания нерабочего первоначального усилия в контакте пьезодиода. При этом не должно иметь место взаимное перемещение или перекос индентора и полупроводниковой структуры. В прижимном устройстве, примененном в [I], по мере увеличения прогиба свободного конца силосоздающей пружины, шар, будучи с одной стороны помещенным в центрирующее отверстие, может перемещаться в сторону действия силы, создавая несоосность между направлениями первоначального нерабочего усилия и осью индентора. Возникающий при этом крутящий момент может поворачивать пьезорезистивную структуру и вывести преобразователь из строя.

Этот недостаток устранен в прижимном устройстве, конструкция которого приведена на рис. I. При ввинчивании регулировочного винта I его головка изгибает свободный конец пружины 2 и создает усилие, пропорциональное перемещению. От этого усилия в зоне соприкосновения пружины 2 с шаром 3 возникает сила и изгибающий момент. Равнодействующая этой силы направлена в центр

шара 3 и уравнивается опорными реакциями, возникающими от пружины 4 и от торца выступа 5 прокладки 6, которые направлены к центру шара 3. Действие шара 3 на пружину 4 направлено перпендикулярно к ее плоскости и совпадает с осью индентора 7 (длина выступа 5 подбирается так, чтобы центр шара 3 после его опирания на центрирующий цилиндрический торец выступа 5 совмещался с осью индентора 7). Шар 3, составляя шарнирное соединение с пружиной 2 (установлен свободно, без заделки), не воспринимает моменты, возникающие в зоне соприкосновения с пружиной 2. Таким образом, на контакт пьезодиода, состоящего из индентора 7 и пьезорезистивной структуры 8 с определенным коэффициентом передачи, зависящим от размеров пружины 2 и расположения индентора 7, всегда передается только усилие (без моментов), проходящее через ось индентора 7 и тем самым устраняются перемещения или перекосы в контакте пьезодиода. Все детали прижимного устройства и пьезодиода собраны на корпусе 9. Индентор 7 закреплен на корпусе 9 через изолирующую втулку 10. С помощью выводов II преобразователь соединяется с внешней электрической схемой. Рабочее усилие от токонесущего проводника магнитометра передается на преобразователь в зоне соприкосновения шара 3 с пружиной 2, как показано на рис.1.

Надежная работа прижимного устройства зависит от значений возникающих напряжений в пружине 2 при ее изгибе и в местах контакта шара 3 с пружинами 2,4 и выступом 5.

Ввиду того, что торец выступа 5 воспринимает около 0,1% от всего усилия (из-за малого значения угла наклона в зоне соприкосновения пружины 2 с шаром 3, всего $1^{\circ}-2^{\circ}$), расчет и проверку конструктивных размеров прижимного устройства можно провести

по схеме рис.2, как стержня постоянного сечения с одним заделанным концом и промежуточной опорой, нагруженной на свободном конце силой P . Задача сводится к определению длины пролета a при известном значении реакции F опоры Б и прогиба f свободного конца пружины 2 (точки С). Первый из этих параметров (F) задается исходя из значения необходимого первоначального усилия в контакте пьезодиода (до ИН), а второй (f) — установлением этого усилия перемещением свободного конца пружины 2 с помощью регулировочного винта I (шаг резьбы 0,2 мм), поворачивая его от 0,5 до 2 оборота. Длина пролета a определяется из выражения

$$f = Pa^2(3l+4a)/12EI \quad (1)$$

подстановкой значения P [2]

$$P = 2Fl/(2l+3a), \quad (2)$$

где f — прогиб свободного конца пружины 2,

P — усилие на конце пружины 2,

a, l — участки пружины 2,

E — модуль упругости материала пружины 2,

I — момент инерции сечения пружины 2.

Для a получаем кубическое уравнение

$$a^3 + \frac{3}{4}la^2 - \frac{9}{2} \frac{EIf}{Fl} a - \frac{3EIf}{F} = 0, \quad (3)$$

которое решается по известной формуле Кардано [3].

Пружины 2 и 4 изготовлены из стали марки 13Х толщиной 0,08 мм. Чистота поверхностей пружин и цилиндрического торца выступа тонкой полировкой доведена до $R_z = 0,08$ мкм. Шар изготовлен из стекла типа "дайрекс" методом плавления в вакууме крошек стекла, которые после остывания образуют шары сферической

формы. Шары необходимого диаметра подбираются либо просеиванием, либо измерением их диаметра.

В контакте пьезодиода преобразователей силы магнитометра интегрального магнитного поля [I] было необходимо создать усилие $F \approx 0,3\text{Н}$ при перемещении конца пружины $2f \approx 0,1\text{мм}$. Конструктивно длина пролета ℓ была принята $\ell = 1\text{мм}$. При поперечных размерах пружины $2b = 1\text{мм}$ и $h = 0,08\text{мм}$ по (3) получаем $a \approx 3,5\text{мм}$. Расхождение теории от эксперимента составляет около $\pm 5\%$.

Проверка на изгибную прочность пружины 2 производится по формуле [4]

$$\sigma_u = \frac{M_{\max}}{W} = 6Pa/bh^2 \leq [\sigma]_{\text{ст}}, \quad (4)$$

где M_{\max} - максимальный изгибающий момент,

$W = bh^2/6$ - момент сопротивления сечения пружины 2,

$[\sigma]_{\text{ст}}$ - допустимое изгибное напряжение для стали 13Х.

Для рассмотренного прижимного устройства по (4) получаем $\sigma_u < 3 \cdot 10^8\text{Па}$.

Радиус шара определяется из условия контактной прочности [5]

$$r \geq \frac{0,44}{\frac{1-\nu_1^2}{E_1} + \frac{1-\nu_2^2}{E_2}} \sqrt{\frac{F}{[\sigma]_{\text{к}}^3}}, \quad (5)$$

где допустимое контактное напряжение $[\sigma]_{\text{к}} = 1,2 \cdot 10^9\text{Па}$ берется наименьшее для соприкасающихся материалов; ν_1 , ν_2 и E_1 , E_2 - коэффициенты Пуассона и модули упругости для стекла и стали 13Х, соответственно. При имеющихся значениях величин для r получаем $r \geq 0,536\text{мм}$. Принимаем $r = 0,6\text{мм}$.

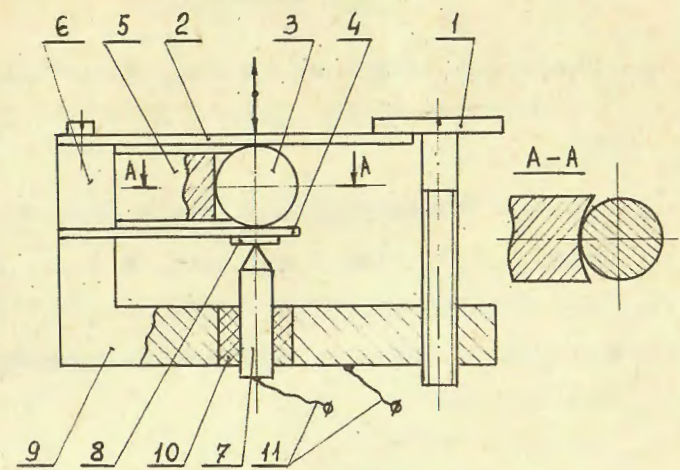


Рис.1 Схематическая конструкция преобразователя силы с прижимным устройством.

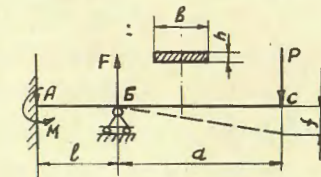


Рис.2 Схема расчета прижимного устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Урихянян В.С. Магнитометр для измерения интеграла магнитного поля вигглер-магнита, Препринт ЕФИ-457(64)-80, Ереван, 1981.
2. Справочник машиностроителя, М.:Машгиз 1955, т.2.
3. Смирнов В.И. Курс высшей математики, М.:Наука, 1974, т.1.
4. Справочник машиностроителя, М.:Машгиз, 1955, т.3.
5. Прочность, устойчивость, колебания. М.:Машиностроение, 1968, т.2.

Рукопись поступила 19 апреля 1982

Редактор Л.П.Мукаян
Тех.редактор А.С.Абрамян

Ереванский Физический
ИНСТИТУТ
Зал препринтов

Заказ 250

ВФ- 05287

Тираж 299

Препринт ЕФИ

Формат издания 60 x 84/16

Подписано к печати 22/VI-82

0,8 уч.-изд.л. Ц. II к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван 36, Маркяна 2