

Решение указанных систем уравнений производится на основе стандартных программ решения нелинейных алгебраических уравнений математических пакетов MATCAD, MATLAB. Представленный материал составляет теоретические основы метода дистанционного контроля электромагнитных параметров наноматериалов.

**Список литературы**

1. Гинзбург, В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме / В.Л. Гинзбург // М.: Наука, 1967 - 684 с.
2. Бреховских, Л.М. Волны в слоистых средах / Л.М. Бреховских // М.: Наука, 1973. - 344 с.

© **Д.М. Живоносновская, П.А. Живоносновский, 2018**

**УДК 6279**

**А.О. Кузнецов**

аспирант кафедры ПБС

**А.С. Яковишин**

аспирант кафедры ТМС

**К.С. Мищенко**

аспирант кафедры ТМС

СГТУ имени Гагарина Ю.А.

г. Саратов, Россия

**ДАТЧИК УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ПОПЛАВКОВОГО ТИПА  
С ПРИМЕНЕНИЕМ УПРУГОГО ПОДВЕСА ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА**

Поплавковые датчики угловых скоростей (ДУС) нашли широкое применение в системах ориентации и навигации подвижных объектов. В конструкции подвеса поплавковых гироскопов, как правило, применяются прецизионные опоры скольжения [1]. Нижняя граница диапазона измеряемых угловых скоростей поплавковых ДУС в основном ограничивается моментами сил трения-скольжения и трения-качения, возникающими в опорах подвеса поплавкового гироскопа (ПГУ). Для снижения порога чувствительности в ДУС применяются опоры с упругим моментом сопротивления [2]. Такие опоры имеют ограниченный угол поворота со строго стабильной функцией противодействующего момента. Недостатком упругих опор цилиндрической формы (торсионов) является чувствительность к радиальным нагрузкам в следствии чего происходит перемещение оси подвеса поплавкового гироскопа относительно корпуса прибора. Задачей настоящей работы является уменьшение эффективного значения переменной составляющей выходного сигнала, а также снижение порога чувствительности поплавкового ДУС за счет замены опор скольжения на упругий подвес. На рисунке представлена кинематическая схема ДУС с упругим подвесом.

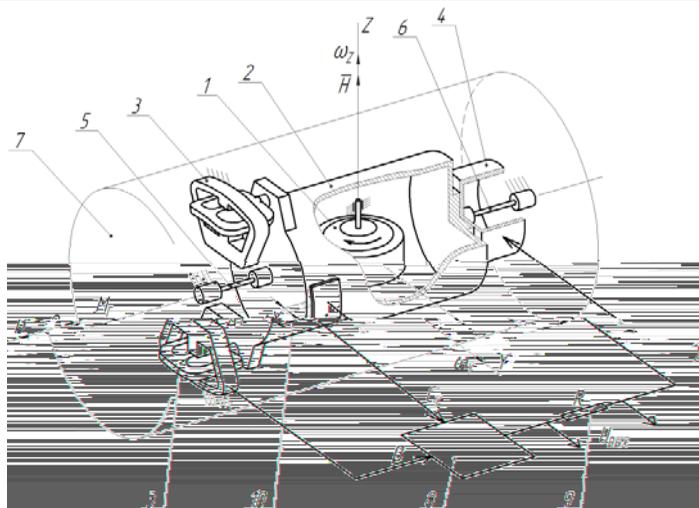


Рис. Кинематическая схема датчика угловой скорости

Поплавковый гиросузел 2 является чувствительным элементом датчика угловой скорости и содержит гиромотор 1, индукционные датчики угла 3 и магнитоэлектрический датчик момента 4. Поплавковый гиросузел 2 установлен в корпусе прибора 7 посредством двух упругих торсионных опор подвеса 5 и 6 обеспечивающих угловое перемещение вокруг оси  $OX$  корпуса прибора. Система обратной связи модернизированного поплавкового датчика угловых скоростей построена по компенсационной схеме и состоит усилителя обратной связи 8 и эталонного резистора  $R$ .

Линейные перемещения поплавкового гиросузла вызваны, как правило, результирующей из сил действующих на точку центра масс чувствительного элемента.

Однако, учитывая, что поплавковый гиросузел будет находиться в жидкости, при этом остаточный вес обычно не превышает  $0.010$  [кг]. Нагрузка от поплавкового гиросузла в жидкости на один торсион  $0.005$  [кг]. Тогда прогиб торсионов от разгруженного в жидкости поплавкового гиросузла составит  $F_0 = 0.0026$  [мм] =  $2.6$  [мкм].

При этом угол прогиба будет равен  $\varphi = 0.00078$  [рад] =  $0.028^\circ = 1.6$  [дуг.мин], при крутизне датчика угла равной  $\varphi = 82.5$  [В/рад], величина нулевого сигнала на выходе датчика угла обусловленного остаточным весом поплавкового гиросузла будет составлять порядка  $U_{\text{вых}} = 0.064$  [В]. Исходя из чего, возникает необходимость в компенсации выходного сигнала индукционных датчиков угла.

Известно, что порог чувствительности ДУС [1], [2] определяется отношением противодействующего упругого момента торсионного подвеса  $M_{\text{ТП}}$  к кинетическому моменту гиromотора  $H$ :

$$\omega_{\min} \geq \frac{M_{\text{ТП}}}{H}, \quad (1)$$

где  $\omega_{\min}$  - минимальная измеряемая угловая скорость;

Формула для противодействующего момента имеет вид:

$$M_{\text{ТП}} = K_{\text{ТП}} \cdot \beta \quad (2)$$

При установившемся значении угол разворота ПГУ близок к нулю ( $\beta \approx 0$ ) и обеспечивается начальной выставкой торсионов. Исходя из этого, согласно выражениям (1) и (2), минимальная измеряемая угловая скорость близка к нулю, однако с увеличением угла разворота гиросузла  $\beta$  величина порога чувствительности также возрастет. Это обусловлено применением интегральной обратной связи (электрической пружины), которая при установившемся значении входной угловой скорости  $\omega_{вх}$ , приводит угол разворота  $\beta$  гиросузла в нулевое положение, тем самым снижая величину порога чувствительности.

Прецизионные опоры скольжения производства ОАО "НИИЧАСПРОМ" имеют момент трогания  $M_{ос} = 0.02$  [гссм], следовательно, минимальная измеряемая угловая скорость такого датчика составит  $\omega_{min} = 0.0134$  [град/с]. Таким образом, применение упругого подвеса позволяет снизить порог чувствительности поплавкового ДУС.

По сравнению с ленточным торсионным подвесом [2], подвес, состоящий из цилиндрических торсионных опор, имеет важное преимущество: отсутствие противодействующего момента, вызванного температурным расширением элементов конструкции прибора.

#### **Список литературы**

1. Пельпор, Д.С. Гироподшипниковые системы. Гироподшипниковые приборы и системы / Д.С. Пельпор, И.А. Михалев, В.А. Бауман // М. Изд. 2, перераб. и доп. 1988. 424 с.

2. Ветренко, В. И. Гироскоп на упругих опорах с квазиузеловой крутильной жесткостью / В.И. Ветренко, Т. И. Романова // М. Изв. вузов. Приборостроение. 2015. Т. 58, № 10. С. 810-815.

© **А.О. Кузнецов, А.С. Яковишин, К.С. Мищенко, 2018**

**УДК 621.8:539.3**

**И.Л. Рязанцева**

к.т.н., доцент кафедры "Машиноведение"

Омский государственный технический университет

г. Омск, Россия

### **РАСЧЕТ КОНТАКТНОГО ДАВЛЕНИЯ В СОЕДИНЕНИИ С НАТЯГОМ КОРОТКОЙ ВТУЛКИ С ДЛИННЫМ ВАЛОМ**

Соединение с натягом - одно из наиболее распространенных неподвижных соединений, прочность и несущая способность которого зависит от величины контактного давления ( $q$ ), возникающего в стыке после сборки. Его величина зависит от многих факторов, в том числе натяга ( $\delta$ ), размеров и формы соединяемых посадкой деталей, их взаимного расположения [1, 2], состояния контактирующих поверхностей, их микро- и макрогеометрии, физико-механических свойств материалов деталей [2, 3, 4] и др.

В реальных соединениях контакт между деталями имеет дискретный характер. Однако, из-за сложности определения фактической площади контакта и фактического контактного давления в инженерной практике используются метод расчета последнего, базирующийся на формулах Ляме [1, 2]. В соответствии с этим методом контактное давление  $q_0$ , возникающее в стыке после сборки при равной длине соединяемых деталей, определяется по формуле