

УДК 621.317.088

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УГЛА ПОВОРОТА ТЕЛА В ПРОСТРАНСТВЕ

О.Г. Корганова

Самарский государственный технический университет
Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

При необходимости определять поворот объекта в пространстве на определенный угол могут быть использованы различные устройства. Одно из них разработано на кафедре ИИТ СамГТУ. Оно содержит четыре диафрагмы, образующие камеру, в которой находится шар, выполненный из изоляционного материала. В исходном положении объекта шар давит на одну из диафрагм, а остальных только касается. Затем по мере того, как меняется пространственное положение тела и связанного с ним преобразователя, шар будет давить на ту или иную диафрагму, прогибая ее и тензорезисторы, наклеенные на другую сторону диафрагм, перераспределяя вектор силы притяжения шара к земле между диафрагмами. По этим силам с помощью системы обработки информации определяется угол наклона объекта относительно горизонта.

Ключевые слова: преобразователь, диафрагма, тензорезисторы, мост, логическое устройство, устройство определения максимума.

В ряде промышленных приложений для правильного ведения технологического процесса надо менять положение объектов в пространстве. Например, сборка объекта производится, когда он находится в горизонтальном положении, а затем его следует установить под определенным углом к горизонту.

Выполняют эту операцию электроприводы, которые управляются сигналами, зависящими от разности текущего положения тела и того положения, которое тело должно занять в результате манипуляций с ним. Причем угловое положение тела может изменяться от 0 до 360°.

Существуют и серийно выпускаются приборы для решения подобных задач, использующие различные принципы действия. Например, дифференциально-трансформаторные датчики перемещения и положения объектов, магнитострикционные и ультразвуковые датчики, предназначенные для этих же целей, инклинометры и наклонометры, интеллектуальные инклинометры (со встроенным процессором), которые обеспечивают возможность измерения во взаимно перпендикулярных плоскостях. Выпускаются абсолютные энкодеры с кодовыми дисками, инкрементные энкодеры и т. п.

Погрешности этих приборов могут быть снижены до 0,01° [1].

Они применяются в машино- и судостроении, в аэрокосмических изделиях, системах безопасности для РЖД, охранных системах, в нефтегазовой промышленности и т. п. и обладают высокой точностью и надежностью. Но у них есть некоторые недостатки, ограничивающие область их применения. В частности, диапазон измерения составляет в основном $\pm 30^\circ$, редко $\pm 90^\circ$.

Существуют области техники, для которых требуется иметь более широкие границы этого диапазона, например авиация, космическая техника и т. п., где в ряде случаев требуется определить угол поворота тела (или его текущее поло-

жение) в интервале $0 \div 360^\circ$.

Для решения указанной задачи в данной области техники на кафедре «Информационно-измерительная техника» СамГТУ был разработан преобразователь угла поворота тела в пространстве, который может измерять изменение угла поворота тела в интервале $0 \div 360^\circ$. Его схема представлена на рис. 1.

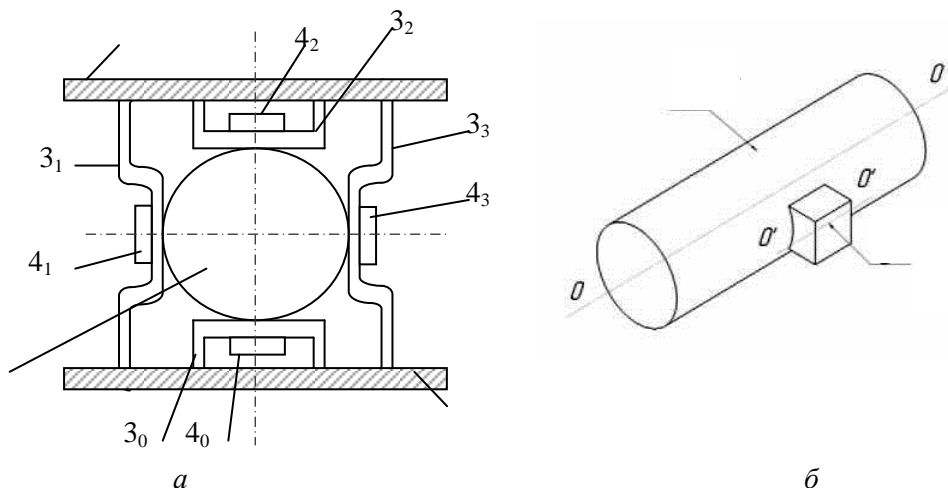


Рис. 1. Схема преобразователя положения тела в пространстве (а) и расположение поднимаемого объекта и преобразователя (б):

1 – корпус преобразователя положения тела; 2 – шар определенной массы, выполненный из изоляционного материала; 3₀, 3₁, 3₂, 3₃ – диафрагмы; 4₀, 4₁, 4₂, 4₃ – тензорезисторы; 5 – поднимаемый объект; 6 – преобразователь положения тела, расположенный на поднимаемом объекте

Преобразователь функционирует следующим образом: диафрагмы 3, которые крепятся к корпусу 1, образуют камеру, внутри которой расположен шар 2. В исходном положении тела 5, когда оно расположено горизонтально, шар своей массой давит на диафрагму 3₀, а остальных только касается. Схематично эта картина представлена на рис. 2.

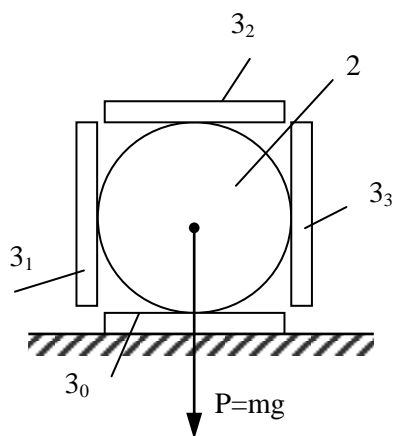


Рис. 2. Исходное положение шара относительно диафрагм

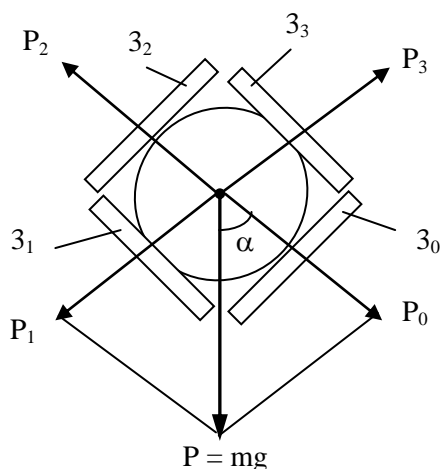


Рис. 4. Перераспределение силы тяжести шара между диафрагмами

Сила, с которой шар давит на диафрагму 3_0 :

$$P = mg,$$

где m – масса шара; g – ускорение свободного падения.

Затем по мере того, как меняется в пространстве положение тела 5 и связанного с ним преобразователя, вектор P будет давить на ту или иную диафрагму, так как меняется положение диафрагм относительно шара 2, а сила тяжести все время направлена к земле [2].

На диафрагмах крепятся тензорезисторы $4_0, 4_1, 4_2, 4_3$, сопротивления которых зависят от прогиба мембран [2]. Эти тензорезисторы включаются в соответствующие плечи мостов M_0, M_1, M_2, M_3 (рис. 3). При этом мосты M_1, M_2, M_3 в исходном состоянии уравновешены, а мост M_0 при полном прогибе диафрагмы разбалансирован, т. е. мосты M_1, M_2, M_3 уравновешены при отсутствии деформации тензорезисторов $4_1, 4_2, 4_3$ (на схеме T_0, T_1, T_2, T_3).

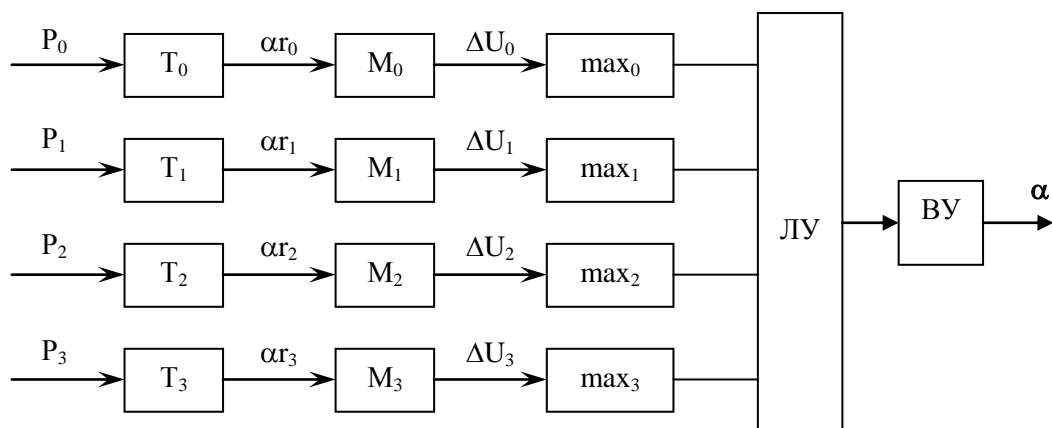


Рис. 3. Структура системы определения положения тела в пространстве

Когда тело 5 (рис. 1, б) начинают поднимать, то вектор силы P начинает перераспределять свое давление относительно диафрагм, так как направление силы тяжести всегда направлено к земле. Вектор P при этом раскладывается на составляющие. Давление на диафрагму 3_0 уменьшается, а на 3_1 начинает увеличиваться, так как появится составляющая P_1 (рис. 4):

$$P_1 = P \cdot \sin \alpha, \quad (1)$$

где α – угол подъема тела.

При этом нарушается равновесие мостов M_0 и M_1 , а M_2 и M_3 будут оставаться уравновешенными. Информация будет считываться с M_1 до тех пор, пока P_1 не достигнет максимума, а это будет тогда, когда $\alpha = 90^\circ$.

При дальнейшем росте α шар будет оказывать давление на 3_1 и 3_2 , но информация будет считываться с тензорезистора 4_2 :

$$P_2 = P \cdot \sin(90 + \alpha) = P \cdot \cos \alpha. \quad (2)$$

Считывание будет происходить до тех пор, пока P_2 не достигнет максимума, при этом α будет равно 180° .

Далее при росте угла поворота будут задействованы 3_2 и 3_3 . Но считывание информации будет происходить с 4_3 :

$$P_3 = P \cdot \sin(180 + \alpha) = -P \cdot \sin \alpha. \quad (3)$$

А после того, как движение объекта будет продолжено, считывание будет происходить с тензорезистора 4₄:

$$P_4 = P \cdot \sin(270 + \alpha) = -P \cdot \cos\alpha. \quad (4)$$

Таким образом, структура системы определения положения тела в пространстве, представленная на рис. 3, кроме уже рассмотренных блоков T₀, T₁, T₂, T₃ преобразования давления шара в изменение сопротивления тензорезисторов и мостов, преобразующих изменение сопротивления тензорезисторов в изменение напряжения разбаланса мостов M₀, M₁, M₂, M₃, должна содержать устройства определения максимума max₀, max₁, max₂, max₃, логическое устройство ЛУ, определяющее, с какого моста осуществлять считывание информации, и вычислительное устройство ВУ, которое будет высчитывать и выдавать значение угла поворота объекта относительно его горизонтального положения.

Это даст возможность воздействовать на электроприводы с целью изменения положения тела на заданный угол.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современные датчики. Справочник / под ред. Е.Л. Свинцова. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
2. Корганова О.Г. Дифференциальный преобразователь положения тела // Информационно-измерительные и управляющие системы. Сб. научных статей. – Вып. 2(14). – Самара: СамГТУ, 2016. – С. 27-30.

Статья поступила в редакцию 7 ноября 2016 г.

CONVERTER OF ANGLE BODY ROTATION IN SPACE

O.G. Korganova

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation

To measure the rotation on of object in space by a certain angle different devices may be used. One of them is developed at the Department of Measure Techniques of Samara State Technical University. It contains four diaphragm placed in a chamber in which the ball is located made of insulating material. In the initial object position, the ball presses on one of the diaphragms and only touches the others. Then as the spatial position of the body and the transducer changes, the ball will press on a particular diaphragm bending it and the strain gauges on the other side of the diaphragm redistributing the force vector of gravity of the ball to the ground between the diaphragms. By these forces the angle of body relative to the horizon is determined by the use of the processing information system.

Keywords: *converter, diaphragm, strain gages, bridge, logic device, the device for maximum determining.*