

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ МНОГОСЕКЦИОННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН

А.К. РАСТОРГУЕВ, И. М. БОЙЦОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Решение технологических задач современного текстильного производства во многих случаях требует объединения одиночных машин в агрегаты. Например, стригальные агрегаты состоят из двух-шести секций. Задача управления рабочими органами при этом существенно усложняется.

Известны два направления автоматизации процесса обнаружения и пропуска шва ткани через рабочие органы секций агрегата [1]. К первому относится установка на каждой секции комплекта управления, состоящего из датчика, блока обработки сигнала и исполнительного механизма. Такие локальные системы управляют только секцией, на которой они установлены, и не связаны между собой.

Второе направление автоматизации процессов пропуска шва ткани заключается в применении единой системы управления для всех секций агрегата. В этом случае устанавливают только один датчик на входе агрегата, что упрощает конструкцию и эксплуатацию агрегата.

Основным узлом такой системы является программируемый блок управления положением рабочих органов секций машины, функциями которого являются запоминание сигнала датчика, обработка заданных временных интервалов, определяющих порядок подачи команд на испол-

нительные механизмы рабочих органов машины, и формирование сигналов управления. Схема устройства узла управления приведена на рис. 1 [2].

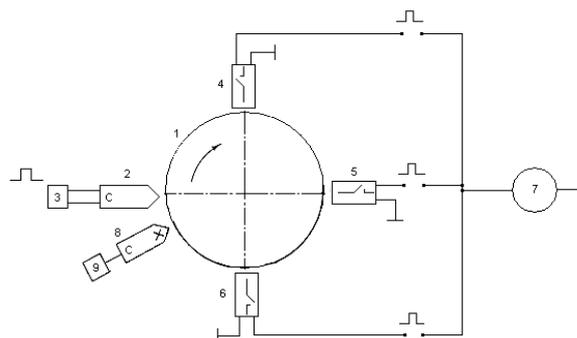


Рис. 1

Импульсы, записанные на магнитном носителе 1 магнитной головкой 2, подключенной к источнику сигнала 3, в виде магнитных отпечатков перемещаются в направлении движения магнитного диска. При взаимодействии магнитного поля отпечатка с электромагнитными герметическими контактами 4, 5, 6 происходит их переключение. При этом герконы подключают источник питания 7 к выходу устройства. Магнитные отпечатки стираются магнитной головкой 8, подключенной к генератору стирания 9, или магнитным полем постоянного магнита [2].

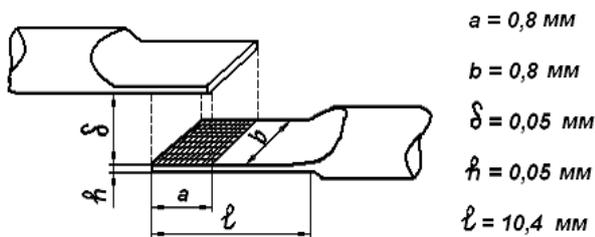


Рис. 2

При проектировании рассматриваемого узла управления необходимо определить интенсивность магнитного поля, создаваемого головкой записи сигнала на магнитный носитель, обеспечивающего уровень магнитного поля отпечатка, достаточного для срабатывания приемника сигнала записи (геркона). В связи с этим разработку системы необходимо начинать с установления взаимосвязи основных характеристик приемника сигнала. В качестве приемника сигнала выберем геркон типа КЭМ-2А 20 (рис. 2 – размеры контактов данного геркона).

Для замыкания такого контакта необходимо, чтобы управляющее магнитное поле было направлено вдоль электродов, то есть оно должно быть продольным.

Для облегчения решения поставленной задачи примем следующие допущения и предположения [3]:

- сила магнитного взаимодействия не зависит от длины электродов. Это допущение оправдано тем, что длина электродов намного превосходит длину их перекрытия;

- считаем поверхность электродов эквипотенциальной, так как магнитная проницаемость материала электродов в $10^3 \dots 10^5$ раз выше, чем магнитная проницаемость воздуха;

- в глубине перекрытия магнитное поле равномерно и силовые линии проходят параллельно друг другу;

- рассматриваем статическое магнитное поле, напряженность которого не изменяется во времени.

На проведение магнитного потока через зазор, имеющий магнитное сопротивление, требуется магнитодвижущая сила:

$$F_m = Re\Phi_e, \quad (1)$$

где Φ_e – магнитный поток в зазоре.

Внутри зазора, где поле однородно

$$F_m = He\ell_e, \quad (2)$$

здесь He – напряженность магнитного поля; ℓ_e – длина оси зазора.

Магнитное сопротивление зазора

$$Re = \frac{\ell_e}{\mu_0 Se}, \quad (3)$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^7$ Гн/м – абсолютная магнитная проницаемость вакуума; Se – площадь поперечного сечения перекрытия, контактов геркона.

По формулам (2) и (3), учитывая размеры геркона и магнитодвижущую силу, которую примем $F_m = 25$ АВ, получаем: $Re = 0,622 \cdot 10^8$ 1/Гн, $He = 5 \cdot 10^5$ А/м.

Вычислим магнитную проводимость перекрытия с учетом краевого эффекта, используя метод проводимости [4].

Проводимость определяется как величина, обратная магнитному сопротивлению. С учетом краевого эффекта и размеров приемника проводимость зазора выражается соотношением [4]:

$$\begin{aligned}
G_e &= \mu \left[\frac{ab}{\delta} + 0,26 \cdot 2(a+b) + \frac{2 \cdot 2(a+b)}{\pi \left[\frac{\delta}{h} + 1 \right]} + 4 \cdot 0,0777\delta + 4 \cdot 0,25h \right] = \\
&= 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-3} \left[\frac{ab \cdot 0,8}{\delta} + 0,52 \cdot 2 \cdot 0,8 + \frac{4 \cdot 2 \cdot 0,8}{3,14 \left(\frac{\delta}{0,05} + 1 \right)} + 0,308\delta + 0,05 \right] = \\
&= 12,56 \cdot 10^{-10} \left[\frac{0,64}{\delta} + 0,832 + 2,038 \frac{1}{\frac{\delta}{0,05} + 1} + 0,308\delta + 0,05 \right] = \\
&= 12,56 \cdot 10^{-10} \left(0,882 + \frac{0,64}{\delta} + \frac{2,038}{\frac{\delta}{0,05} + 1} + 0,308\delta \right), \text{ Гн.} \tag{4}
\end{aligned}$$

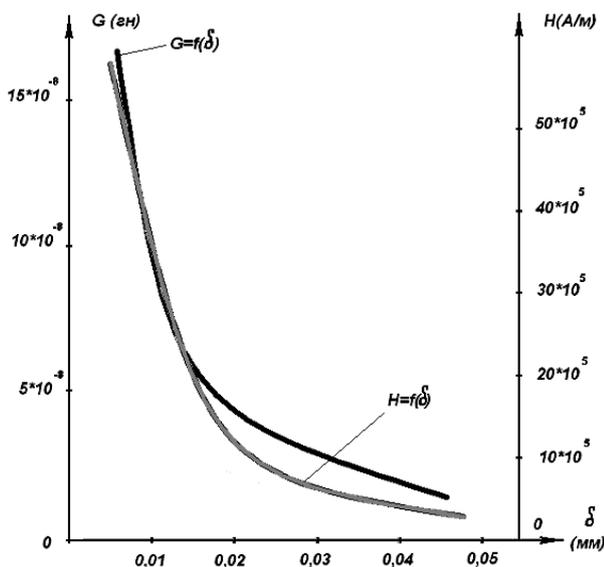


Рис. 3

По (4) находим зависимость $G_e = \Psi(\delta)$ – зависимость магнитной проводимости и напряженности магнитного поля от величины зазора между электродами приемника, представленную на рис. 3.

Энергия магнитного поля геркона может быть представлена в виде:

$$W_M = \int_V \frac{BH}{2} dV, \tag{5}$$

где $B = \mu_0 H$ – магнитная индукция; $V = S\delta$ – объем пространства, где существует магнитное поле; $S = ab$ – площадь зазора.

Электромагнитная сила, стремящаяся изменить величину зазора между электродами, равна уменьшению энергии магнитного поля, отнесенной к единице производимого силой изменения координаты [5]:

$$F = -\frac{\partial W_M}{\partial \delta} = -\frac{BH}{2} S = -\frac{\mu_0 H^2}{2} S = -\frac{\Phi^2}{2\mu_0 S}. \tag{6}$$

Магнитный поток, проходящий сквозь поверхность, может быть определен при помощи закона магнитной цепи:

$$\Phi = \frac{F_M}{R_M} = F_M G. \tag{7}$$

Зная закон изменения магнитной проводимости, определим закон изменения магнитной напряженности.

Так как

$$F = \frac{\mu_0 H^2}{2} S = \frac{\Phi^2}{2\mu_0 S} = \frac{F_M^2 G^2}{2\mu_0 S}, \tag{8}$$

а

$$\mu_0^2 H^2 S^2 = F_M^2 G^2, \tag{9}$$

получаем

$$H = \sqrt{\frac{F_M^2 G^2}{\mu_0^2 S^2}} = \frac{F_M G}{\mu_0 S} = \frac{F_M}{\mu_0 S} G = \kappa G, \quad (10)$$

$$\kappa = \frac{F_M}{\mu_0 S} = \text{const.}$$

График изменения напряженности магнитного поля при изменении величины зазора представлен на рис. 3.

Покажем взаимосвязь величин, характеризующих магнитное поле [5].

В зазоре между электродами приемника плотность тока равна нулю, имеем $\text{rot}H=0$ и, следовательно, в этой части пространства H можно представить в виде:

$$H = -\text{grad}U_m, \quad (11)$$

где U_m – скалярный потенциал магнитного поля.

Составляющие напряженности поля в зазоре:

$$H_x = -\frac{\partial U_m}{\partial x}, H_y = -\frac{\partial U_m}{\partial y}, H_z = -\frac{\partial U_m}{\partial z}. \quad (12)$$

Составляющая вектора по любому направлению равна уменьшению поверхности магнитного потенциала, отнесенной к единице длины в этом направлении:

$$H_\ell = H \cos \alpha = -\frac{\partial U_m}{\partial \ell}, \quad (13)$$

где α – угол между направлением вектора H и направлением, в котором определяется составляющая H_ℓ .

Потенциал одинаков во всех точках поверхности, пересекаемой силовыми линиями под прямым углом, так как, перемещаясь по этой поверхности, имеем $\cos \alpha = 0$ и $\frac{\partial U_m}{\partial \ell} = 0$, то есть $U_m = \text{const}$. Таковую поверхность называют поверхностью равного магнитного потенциала. Ее уравнение имеет вид:

$$U_m(x,y,z) = \text{const.} \quad (14)$$

Если обозначить через dn перемещение в сторону вектора H по нормали к поверхности равного потенциала или, что то же – по касательной к силовой линии, то, очевидно, будем иметь [5]:

$$|\text{grad}U_m| = H = -\frac{\partial U_m}{\partial n}. \quad (15)$$

Разность магнитных потенциалов поля внутри зазора электродов по нормали к их поверхностям:

$$U_{m1} - U_{m2} = H_\ell \delta, \quad (16)$$

где U_{m1}, U_{m2} – потенциалы электродов.

Подставляя (2) в (16), получаем:

$$U_{m1} - U_{m2} = \frac{F_M}{\delta} \delta = F_M. \quad (17)$$

Для геркона, используемого в качестве приемника магнитного сигнала, (КЭМ-2А-20), $U_{m1} - U_{m2} = 25(\text{АВ})$.

В Ы В О Д Ы

Предложена методика расчета взаимосвязи основных характеристик герконового приемника сигнала магнитной записи.

Получена расчетная формула для определения магнитной проводимости герконового приемника сигнала, а также построены графики зависимости магнитной проводимости и напряженности магнитного поля при изменении величины зазора между электродами приемника.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Расторгуев А.К.* Системы автоматического управления машинами при отделке ткани. – М.: Легкая индустрия, 1977.
2. А. с. №563690 СССР. Устройство воспроизведения с магнитного носителя / А.К. Расторгуев. – Оpubл. 1977. Бюл. №24.
3. *Диковский Я.М., Капралов И.И.* Магнитоуправляемые контакты. – М.: Энергия, 1970.
4. *Ступель Р.А.* Электромеханические реле. Основы теории, проектирования и расчета. – Харьков, 1956.

5. *Калантаров П.Л., Нейман Л.Р.* Теоретические основы электротехники. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1951.

Рекомендована кафедрой автоматики и радиоэлектроники. Поступила 06.12.05.
