

Направление 150400

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Магистерская программа 150400.15

Приводы и системы управления технологическими машинами и оборудованием

Руководитель программы д.т.н., проф. Ванин В. А.

Борисов И. П.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОРОШКОВЫЕ МУФТЫ И МЕТОДИКА ИХ РАСЧЕТА

Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Фидарова В. Х.

*ТГТУ, Кафедра «Технология машиностроения,
металлорежущие станки и инструменты»*

Электромагнитная порошковая муфта представляет собой разновидность фрикционной, синхронной и асинхронной электромагнитных муфт, но в отличие от них заполняется смесью электромагнитного порошка со смазывающим веществом, причем основной составляющей является карбонильное железо. Порошковые муфты сочетают в себе положительные свойства всех перечисленных муфт, позволяют осуществлять или жесткое соединение валов, или скольжение между полумуфтами, обеспечивая

как синхронное вращение, так и возможность регулирования скорости. Использование порошковых муфт можно решать ряд практических задач: создать быстродействующий электропривод без специальных пускорегулирующих средств; тормозные устройства с переменным тормозным моментом; предохранительные устройства, исключаящие поломки механизмов; регуляторы вращающего момента и скорости движения механизмов; плавный пуск, разгон и реверсирование механизмов.

Материалы муфт определяют их электромагнитные, механические и тепловые свойства. Магнитопроводы изготавливают обычно из магнитомягких материалов, обладающих высокой магнитной проницаемостью, низкой коэрцитивной силой и малыми удельными потерями, таких как: электротехническая сталь с содержанием углерода 0,02%-0,025%, пермаллой, пермендюр, прокатная сталь марки 10, чугунные отливки (для муфт устанавливаемых на менее ответственных механизмах) и др. Немагнитные детали (крышки, валы, подшипники, крепежные детали и т.д.) с целью уменьшения магнитного рассеяния изготавливают из немагнитных или маломагнитных материалов: хромистая, хромоникелевая, хромомарганцевая сталь, латунь, дуралюмин, немагнитный чугун и др. В качестве обмотки применяют провода обмоточные провода марок ПДА, ПЭЛБО, ПСД, ПЭЛ, ПЭВ-1 и ПЭВ-2. Наполнитель порошковых муфт представляет собой смесь ферромагнитного порошка со смазывающим веществом. В качестве ферромагнитного порошка обычно применяют порошкообразное карбонильное железо марок Р-4, Р-8, П-4. Смазывающие вещества могут быть как сухие (тальк, графит), так и жидкие (минеральные и различные синтетические масла). Принцип действия основан на использовании электромагнитных и механических сил, действующих в заполненном, ферромагнитным наполнителем зазоре. Если через слой ферромагнитного порошка пропустить магнитный поток, то вследствие трения друг о друга намагниченных частиц порошка возникает сопротивление сдвигу, которое тем сильнее, чем намагничен порошок. Частицы порошка начинают перемещаться, наиболее интенсивно - в середине слоя, а по направлению к поверхностям интенсивность снижается. Магнитный поток, создаваемый током обмотки, проходит по внутренней полумуфте, через слой порошка, по наружной полумуфте и снова через слой и внутреннюю полумуфту, образуя замкнутую цепь, показанную на Рис.1 пунктиром.

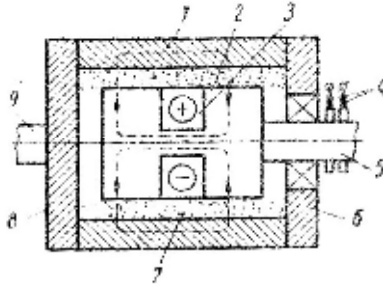


Рис. 1. Схема электромагнитной порошковой муфты:
 1- ведущий элемент; 2- ведомый элемент; 3- обмотка; 4- контактные кольца;
 5- ведомый вал; 6,8- крышки; 7- наполнитель; 9- ведущий вал

При отсутствии тока в обмотке величина вращающего момента определяется силами трения в рабочем слое муфты и остаточным магнитным потоком. При появлении тока в слое возникают магнитные силы сцепления, увеличивающие вязкость порошка. Таким образом, воздействуя электромагнитным полем на слой порошка, можно соединить ведомую и ведущую части муфты либо жестко, либо с проскальзыванием до полного расцепления.

Основные параметры порошковой муфты и её обмотки возбуждения определяются назначением и режимом работы. Вначале определяется средний диаметр D слоя муфты, из уравнения момента при режиме максимальной установившейся нагрузки:

$$M_Y = \left(\frac{\pi}{200} \right) \cdot m \cdot D^3 \cdot \tau \quad \text{кг·м}, \quad (1)$$

где τ - удельная сила сцепления в слое в кг/см^2 ;

D - средний диаметр рабочих слоев в см;

K_b - отношение ширины слоя b к среднему диаметру:

$$K_b = \frac{b}{D}, \quad (2)$$

m - число слоев муфты

$$\tau = K_M \cdot K_C \cdot K_3 \cdot K_n \cdot B_{Cn}^n, \quad \text{кг/см}^2, \quad (3)$$

где K_M - коэффициент, зависящий от материала наполнителя;

K_C - коэффициент, учитывающий скорость движения частиц в слое;

K_3 - коэффициент, учитывающий влияние числа рабочих зазоров на плотность наполнителя;

K_n, n - величины, зависящие от плотности наполнителя и толщины слоя δ ;

B_{Cl} - среднее значение индукции.

Расчетное значение τ в пределах 0,3-1,7 кг/см² принимают тем больше, чем меньше δ, M_y, P_{cp} (P_{cp} - средняя величина тепловых потерь в муфте) и чем больше n . Значения K_b берется в пределах 0,12- 0,4, исходя из конструктивной схемы муфты. Толщина рабочего слоя муфт средней мощности обычно ограничена интервалом $\delta = 0,5 \div 3$ мм. Число слоев m принимают в соответствии с выбранной схемой муфты.

Наружный диаметр принимают в пределах

$$D_n = \sqrt{D \cdot (D + 4 \cdot b)} \div \sqrt{D \cdot (1,5 \cdot D + 4 \cdot b)}, \quad (4)$$

где b из формулы (2).

Индукция B_{Cl} рассчитывается по уравнению (3), а намагничивающая сила, необходимая для её создания определяется формулой

$$i_w = m \delta \frac{B_{Cl}}{\mu_{Cl}} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{m \cdot \delta} \right), \quad (5)$$

где μ_{Cl} - магнитная проницаемость слоя в $\frac{в \cdot сек}{a \cdot м}$;

α - коэффициент, зависящий от индукции и размеров слоя.

Диаметр обмоточного провода определяется из условия необходимости намагничивающей силы:

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{i_w \cdot D_0 \cdot \rho}{U}} \text{ мм}, \quad (6)$$

где D_0 - средний диаметр обмотки в м;

ρ - удельное сопротивление провода в Ом·мм²/м;

U - напряжение, подводимое к обмотке, в.

Площадь сечения паза под обмотку определяется по формуле

$$S_0 = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{U \cdot d^2}{k_{зан} \cdot N_Y} \text{ мм}^2, \quad (7)$$

где $k_{зан}$ - коэффициент заполнения сечения медью, принимаемый равный 0, 6-0, 7;

N_Y - удельная мощность омических потерь (на один ампер-виток):

$$N_Y = \frac{N}{i w} \text{ Вт/а}, \quad (8)$$

где N - мощность омических потерь в обмотке во Вт.

Выбрав марку провода по рассчитанному d , принимают диаметр провода с учетом изоляции d_u , размеры паза $b \times h$ для обмотки и $b_0 \times h_0$ с учетом изоляции. Тогда число слоев в обмотке, число витков в слое, число витков в обмотке будут соответственно:

$$k_1 = \frac{h_0}{d_u}, \quad k_2 = \frac{b_0}{d_u}, \quad w_0 = k_1 \cdot k_2. \quad (9)$$

Необходимым является расчет магнитной цепи и тепловой расчет муфты. Расчет магнитной цепи начинается с разделения магнитной цепи муфты на отдельные участки, для каждого из которых определяются площадь поверхности, через которую проходит магнитный поток, индукция, длина участка, магнитодвижущая сила и напряженность. Тепловой расчет сводится к определению температуры нагрева муфты и её аккумуляющей способности.

Список литературы

1. Хабенский М.Я. «Электромагнитные порошковые муфты».