

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ МНОГОЗАБОРНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПРИВОДА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО КЛАПАНА С ПЛОСКИМ ЯКОРЕМ

Розглянуто актуальне питання вдосконалення розрахунку параметрів електромагнітного привода постійного струму пневмоклапана з зовнішнім плоским якорем. Розкрито особливості модифікації методики розрахунку параметрів електромагнітного привода клапана та відмінність його від класичного розрахунку електромагніта з циліндричним якорем, що втягується.

This article is devoted to the issue of improving the estimation method of pneumatic valve electromagnetic direct current drive with the external flat anchor. The estimation method modification features and differences of modified method between the calculation method of classical electromagnet with cylindrical anchor are disclosed.

Актуальность исследований

Автоматизация управления различными видами отсечной арматуры вместе с растущими требованиями по энергоэффективности предъявляют повышенные требования к наиболее распространенному типу привода пневмоклапанов — электромагнитному.

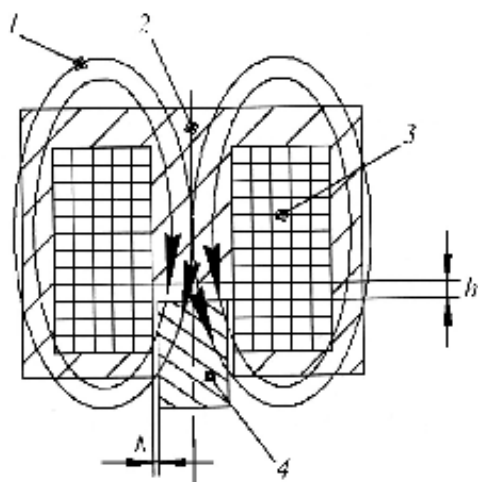


Рисунок 1 — Электромагнит со втягивающимся цилиндрическим якорем:

- 1 — линии магнитного потока;
- 2 — магнитопровод;
- 3 — катушка электромагнита;
- 4 — внешний якорь;
- h — воздушный зазор;
- Δ — зазор в разделительной трубке.

В пневмосистемах электромагнитные клапаны (ЭМК) широко используются уже в течение нескольких десятилетий. Применение электромагнитного привода (ЭМП) в таких клапанах обеспечивает реализацию дистанционного управления открытием и закрытием клапана. Особенности протекающих в ЭМП процессов приводят к тому, что традиционно электромагнитные клапаны потребляют

достаточно большую мощность. Причем высокая потребляемая мощность означает не только высокие затраты на обеспечение ЭМК электроэнергией, но и повышение сопутствующего веса дополнительных силовых кабелей. Вследствие этого в настоящее время значительное внимание уделяется разработке ЭМК с низким уровнем энергопотребления. Энергопотребление клапанов может быть снижено несколькими путями. Одним из наиболее продуктивных способов улучшения параметров ЭМК является увеличение эффективности конструкции электромагнита.

Проведенный анализ публикаций по этому вопросу [1–7] показывает, что ЭМП с внешним якорем имеет лучшие эксплуатационные характеристики по сравнению с ЭМП со втягивающимся якорем. Однако типовые методики расчета приводят лишь для конструкции ЭМП со втягивающимся якорем. Поэтому актуальным является создание научно обоснованной усовершенствованной инженерной методики расчета и оптимизации параметров ЭМП с внешним якорем для пневматических клапанов, применяемых в системах оборудования летательных аппаратов.

Результаты исследований

Для получения рабочих параметров ЭМК с внешним якорем нами была модифицирована методика расчета, применяемая в Киевском центральном конструкторском бюро арматуростроения. В качестве основы была взята методика расчета ЭМП с цилиндрическим втягивающимся якорем.

ЭМП с внешним якорем существенно отличается по конструкции от ЭМП с втягивающимся якорем. Схематические изображения конструкции ЭМП с втягивающимся и внешним якорем показаны на рисунках 1 и 2, соответственно. Как видно, при одинаковых габаритах катушек электромагнитов, рабочая площадь якорей в случае ЭМП с внешним якорем существенно больше, что не позволяет без изменения использовать методику расчета, разработанную для ЭМП с втягивающимся якорем.

Потребная длина провода для намотки катушки ЭМП будет равна [5]

$$L_{\text{пр}} = \pi W (h_{\text{к}} + d_{\text{я}} + 0,4).$$

В таком случае в проводнике катушки будет протекать ток, определяемый по формуле [5]

$$I_{\text{min}} = \frac{U_{\text{н}} - (U_{\text{н}} - U_{\text{min}})}{L_{\text{пр}} \cdot 0,0343 \cdot 10^{-2} \cdot (1 + \alpha \Delta t)},$$

где $\alpha = 0,004 \frac{1}{\text{град}}$ — тепловой коэффициент сопротивления меди, Δt — разница между рабочей температурой электромагнита и базовой температурой в 20 °С.

В рассматриваемом клапане движение якоря электромагнита создается за счет уменьшения рабочего зазора h . При этом зависимость тягового усилия от величины зазора существенно отличается от постоянной. Усилие резко убывает с увеличением зазора и резко возрастает с его уменьшением. Тем не менее при движении якоря электромагнитов можно получить рациональное перераспределение энергии, запасенной в электромагнитной системе, и тем обеспечить нужную тяговую характеристику, если увеличить область основного рабочего зазора h .

Анализ отличия конструкции электромагнитов с втягивающимся цилиндрическим и внешним плоским якорями, а также характер протекания силовых магнитных линий в электромагнитах традиционной конструкции и электромагнитов в ЭМП с внешним якорем позволил модифицировать классическую методику расчета электромагнита. Полученные с ее помощью параметры электромагнита ЭМП с внешним плоским якорем подтверждают заявленные в литературных источниках увеличенную тяговую характеристику по сравнению с электромагнитами в ЭМП с втягивающимся якорем.

Выводы

1. Выявлены особенности работы пневматических клапанов с ЭМП, имеющие внешний плоский якорь.
2. Разработана типовая методика расчета ЭМП с внешним плоским якорем, внедренная в ЗАО «Киевское центральное конструкторское бюро арматуростроения», позволяющая рассчитывать электромагниты с плоским внешним якорем.

Литература

1. Гордон, А.В. Электромагниты постоянного тока / А.В. Гордон, А.Г. Сливинская. — М.; Л.: Госэнергоиздат, 1960. — 446 с.
2. Русин, Ю.С. Расчет электромагнитных систем. — Л.: Энергия, 1968. — 131 с.
3. Никитенко, А. Г. Проектирование оптимальных электромагнитных механизмов. — М.: Энергия, 1974. — 136 с.
4. Код, Б.Э. Электромагниты постоянного тока с форсировкой. — М.: Энергия, 1973. — 80 с.
5. Щукинский, С.Х. Электромагнитные приводы исполнительных механизмов. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 152 с.
6. Любчик, М.А. Оптимальное проектирование силовых электромагнитных механизмов. — М.: Энергия, 1974. — 392 с.
7. Пеккер, И.И., Комиссаров, В.М. Расчет втяжного электромагнита с двумя рабочими зазорами. — Электротехника. — 1980. — № 4. — С. 53—55.
8. Лобов, Б.Н., Никитенко, А.Г. Влияние геометрических соотношений на динамические характеристики электромагнита с внешним поворотным якорем // Электротехническая промышленность. Серийные аппараты низкого напряжения. — 1977. — №1(59). — С. 7—11.

Надійшла 19.05.2011 р.