

$$F_z = I_{\text{екв}} \int_{r_{0,y_2}}^{r_{0,y_1}} B_{r_0,x} dr_{0,y} \left|_{r_{0,x_2}}^{r_{0,x_1}} \right. + I_{\text{екв}} \int_{r_{0,x_2}}^{r_{0,x_1}} B_{r_0,y} dr_{0,x} \left|_{r_{0,y_1}}^{r_{0,y_2}} \right. + \\ + I_{\text{екв}} \int_{r_{0,y_1}}^{r_{0,y_2}} B_{r_0,x} dr_{0,y} \left|_{r_{0,x_1}}^{r_{0,x_2}} \right. + I_{\text{екв}} \int_{r_{0,x_1}}^{r_{0,x_2}} B_{r_0,y} dr_{0,x} \left|_{r_{0,y_2}}^{r_{0,y_1}} \right. ;$$

Пока центр эквивалентного контура находится непосредственно над центром контура электро-

магнита, силы в плоскости ХОY скомпенсированы, суммарная сила направлена вдоль оси Z. При смещении возникает сдвигающий момент, формирующий полезное усилие.

Совершенствуя данный математический аппарат и адаптируя его для сложных магнитных систем можно получить не только суммарный полезный момент, но и тангенциальную составляющую силы взаимодействия полюсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. – Изд. 4-е, стереотипное. – М.: Физматлит; Изд-во МФТИ, 2004. – Т. III. Электричество. – 656 с.
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е.М. Теория поля . – М., Наука, 1988. – 512 с..

□Автор статьи:

Липин

Артем Вадимович,
аспиранта каф.электропривода и автоматизации КузГТУ Email: lipiav@mail.ru

УДК 621.313.84

А.В. Липин

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА «МНОГОКООРДИНАТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ».

В настоящее время в мире наметились тенденции качественного развития сферы робототехники как общепромышленного, так и специализированного направления. Прогресс наблюдается как в области систем управления и программного обеспечения, так и в совершенствовании конструкции механизмов. В частности, большое значение приобретает разработка новых манипуляторов – исполнительных органов, в связи с повышением требований, предъявляемых к их подвижности и функционалу. Это становится особенно важным при построении адаптивных систем, рассчитанных на работу с изменяющимися задачами.

Сервоприводы современных манипуляторов, при всех своих очевидных достоинствах, обладают только одной степенью свободы, что накладывает определенные ограничения на конструкцию установок, а именно ограниченную подвижность. На каждую необходимую степень свободы требуется установка отдельного привода, а то и нескольких, что ведет к усложнению и удорожанию конструкции в целом, а так же излишней нагрузке на систему управления.

Идея использования многокоординатного двигателя заключается в управлении положением рабочего органа посредством изменения конфигурации магнитного поля, аналогично принципу, применяемому в шаговых двигателях, однако перенесенному в трехмерную систему координат. Простейшей аналогией многокоординатного дви-

гателя является плечевой сустав. Так же корректно и название «Управляемый многокоординатный шарнир». Данная задача, несмотря на очевидную логичность, несет ряд трудностей, связанных с непосредственной реализацией.

Основные проблемы, связанные с реализацией данной идеи.

- Отсутствие возможности жесткой фиксации подвижных частей, т.к это ведет к потере степеней свобод.
- Необходимость работы с криволинейной сферической поверхностью, и связанные с этим проблемы с равномерным распределением и чередованием полюсов.
- Повышенные требования, применяемые к системе управления.
- Ограничения, накладываемые на полезный момент, развиваемый двигателем.
- Сложность расчета моментов и сил [1].

Интересную особенность приобретают механизмы с использованием многокоординатного двигателя. Анатомическое сходство с биологической конечностью позволяет использовать движения, интуитивно понятные оператору, что многообещающе выглядит в свете развития медицинских технологий протезирования. Снижение числа используемых приводов ведет к удешевлению и упрощению конструкции.

Для решения данных задач предполагаются следующие действия.

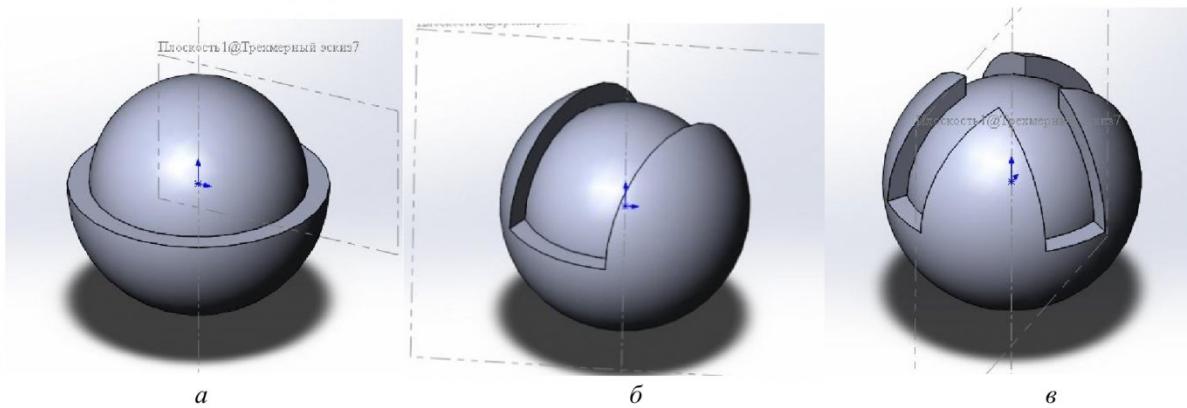


Рис.1. Примеры конструкций статора МКД

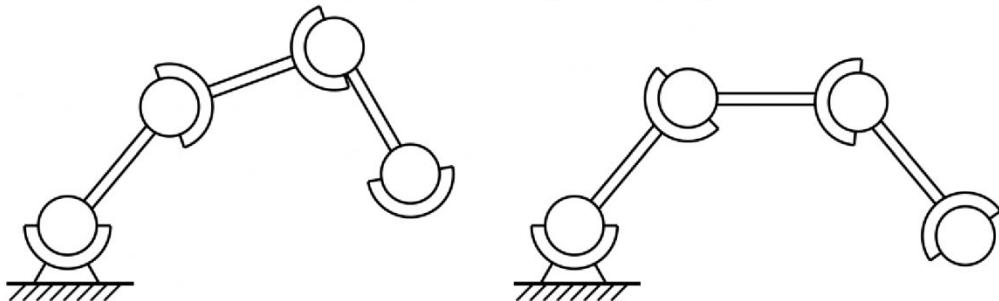


Рис.2. Примеры схем конструкции исполнительного органа

В конструкции МКД допускается вариативность охвата сферой статора поверхности ротора (рис.1). Это, конечно, ограничивает подвижность, однако использование комбинаций МКД разных типов (рис.2) поможет компенсировать этот недостаток. Для малонагруженных же конструкций допустимо использование МКД типа А с площадью охвата 50%, при условии, что усилия магнитной связи между статором и ротором достаточно для сохранения целостности конструкции.

При решении проблемы распределения и чередования полюсов рассматриваются следующие решения. Для частных случаев применим метод правильных многогранников, когда полюса располагаются в вершинах правильного многогранника, вписанного в сферу. Однако в таком случае число полюсов становится сильно ограниченным, что серьезно снижает дискретность системы и затрудняет позиционирование рабочего органа в пространстве. С данной проблемой можно бороться увеличивая дискретность уровней питающего

напряжения на полюсах статора, т.о получая магнитное поле нужной конфигурации, что, однако, ведет к усложнению системы и алгоритмов управления. Другим способом является увеличение числа полюсов статора и их условно равномерное распределение с известной погрешностью, симметрично относительно точки, принятой за начало координат. Назовем это условно-симметричной равномерностью. В такой системе требование к дискретности уровня питающего напряжения существенно снижается, уменьшая требования к количеству аппаратов широтно – импульсной модуляции (ШИМ), однако увеличивая нагрузку на силовую часть схемы вследствие возрастания количества управляемых полюсов.

Проблема ограничения полезного момента до определенной степени может быть решена посредством применения современным постоянных магнитов (неодим-железо-бор), а также использованием в конструкции шаровых редукторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Липин А.В. Разработка математической модели взаимодействия постоянного магнита и электромагнита.// Автоматизированный электропривод и промышленная электроника в образовании, науке и производстве: труды V Всеросс.научно-практ.конф. АЭПЭ'2012 – Новокузнецк, СибГИУ, 2012. С. 60–66.
- Косулин В.Д. Вентильные электродвигатели малой мощности для промышленных роботов / Михайлов Г.Б. / - Л.:Энергоатомиздат, Ленингр. Отд-ние, 1988. – 184 с.

□Автор статьи:

Липин
Артем Вадимович,
аспиранта каф.электропривода и автоматизации КузГТУ Email: lipiav@mail.ru