

- осуществить эксперименты немецкой фирмы DRL по проведению космического мониторинга поверхности Земли и большинство экспериментов, предложенных американской фирмой Boeing.

Для наведения ЦА, масса которой превышает 200 кг, необходимо модернизировать существующие АПП или разрабатывать новые. По предварительным оценкам, АПП для установки на них научной аппаратуры массой больше 200 кг, могут быть созданы и введены в эксплуатацию не менее чем за 3 года. При их создании целесообразно использовать технические решения, зарекомендовавшие себя при создании наилучших зарубежных и отечественных АПП. Для установки научной аппаратуры с повышенной чувствительностью к возмущениям со стороны МКС необходимо разработать виброизолирующие платформы с пассивной и активной системами виброзащиты. Для создания перспективных АПП, которые могут быть установлены на ферменные конструкции станции или модули, для которых выдвигаются жесткие требования по возмущениям со стороны движущихся полезных нагрузок, целесообразно использовать карданный подвес, обеспечивающий совпадение центра вращения и центра масс полезной нагрузки и приводы на основе двигателя с разгрузкой.

Список использованных источников

1. Исследование проблем наведения полезных нагрузок ОКС Spasce Station, проведенные отделением научно-прикладных проблем NASA//AAA Guiddanca, Navigation and Control Conference, Aug.15-17, 1988. A Collection of Technical papers. Part 1.88-4105-CP.
2. Тарасенко Н.В. Основные пути повышения точностных характеристик автоматических поворотных платформ типа ТСП "Аргус" и оценка эффективности их использования для наведения научной аппаратуры ОКС "Альфа" /Космонавтика и ракетостроение. - Вып. 12 - ЦНИИМАШ, 1998
3. Трехосная стабилизированная платформа комплекса "Аргус" (ТСП-Аргус) (Техническое описание. 00450-00-001ТО, ВНИИТРАНСМАШ, 1996.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТОПРОВОДОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Сысуюев А.Б., Черванев В.Ю., Буткевич Р.В., Меркулов А.И.

Размещение большого количества однокомпонентных преобразователей для электромагнитного контроля взаимных перемещений деталей и узлов изделий машиностроения является трудноосуществимой задачей особенно в зонах изделий с ограниченным доступом. Необходим поиск новых подходов к построению широкодиапазонных миниатюрных электромагнитных преобразователей с магнитопроводом с повышенной стабильностью выходных характеристик ферромагнитных материалов, работающих в широком диапазоне амплитуд и частот изменения магнитного потока /1, 2, 3/ .

Современные методы расчета параметров преобразователей с магнитопроводом базируются на фундаментальных трудах по электродинамике, практическое значение которых возрастает в связи с развитием электромашиностроения, индукционного нагрева, закалки и плавки, радиосвязи, магнитной записи сигналов видеоизображений и звуков, неразрушающего контроля изделий. Все эти направления имеют тесную взаимосвязь и оказывают друг на друга плодотворное влияние.

В существующих монографиях по ферромагнетикам, вследствие широкого диапазона охватываемого материала не все вопросы изложены с достаточной полнотой. К ним можно отнести обширный круг явлений, связанных с описанием характеристик разомкнутых ферромагнитных сердечников, работающих под действием переменного возбуждающего поля на частной петле гистерезиса с дополнительным влиянием остаточной индукции B_r , подмагничивания сердечника постоянным полем Земного магнетизма B_z , постоянной составляющей $B_{доп}$ внешних сильных магнитных полей и т.д.

Величина коэрцитивной силы H_c предельного гистерезисного цикла является критерием для разделения магнитных материалов на магнитотвердые (H_c более 10 кА/м) и магнитомягкие (H_c менее 0,1 кА/м). Параметры магнитомягких материалов определяют по основной кривой намагничивания, а свойства магнитотвердых – по предельной петле гистерезисного цикла. Снятие предельной петли производится при монотонном изменении напряженности намагничивающего поля. Если заменить монотонное изменение поля на циклическое, то характеристика $B = f(H)$ опишет петлю частного цикла. В первом приближении частные циклы подчиняются «правилам» Маделунга.

1. Всякая петля однозначно определяется точкой поворота, лежащей на кривой перемагничивания магнитопровода.
2. Дополнительная точка поворота создает кривую, приводящую к исходной точке.
3. Следующая дополнительная точка поворота приводит кривую размагничивания к исходной, как если бы цикл дополнительных перемагничиваний не был описан.
4. Кривые частных циклов, имеющих одинаковые ординаты, могут быть приведены в совпадение путем параллельного смещения.
5. Правило Юинга. Частные петли гистерезиса лежат внутри предельного цикла.

Однако указанные правила не учитывают «предысторию» - приспособление образца к условиям намагничивания, так как из – за магнитной аккомодации частная петля гистерезиса достигает стационарного состояния не сразу, а после 5 – 10 перемагничиваний. В связи с этим описание гистерезиса должны допускать операторную трактовку с возможно более

богатым арсеналом свойств соотношений вход – выход и вход – состояние.

Математическое моделирование с помощью ЭВМ в настоящее время превратилось в универсальный метод исследования, позволяющий значительно повысить производительность и объем исследований, а также решать задачи, не поддающиеся исследованию традиционными экспериментальными и аналитическими методами. Применение графических редакторов позволяет не только увеличить скорость восприятия информации, но и повысить уровень ее понимания, что способствует развитию интуиции, образного мышления.

Успешное внедрение методов моделирования характеристик электромагнитных преобразователей с магнитопроводом на практике зависит от ряда условий, среди которых необходимо выделить следующие:

- четкая постановка задачи моделирования;
- полнота выполнения требований, предъявляемых указанной задачей;
- наличие математического аппарата и методик определения характеристик электромагнитных преобразователей с магнитопроводом.

Микромагнитные модели магнитопроводов базируются на представлении ферромагнитных материалов в виде совокупности микроскопических доменов. Величина и ориентация вектора намагниченности домена зависят от влияния внешних и внутренних полей, а также от подвижности доменных границ. Уменьшение потенциальных барьеров, обусловленных дефектами кристаллической решетки материала магнитопровода, есть физическая основа для повышения магнитной проницаемости материалов. Однако учет магнитного взаимодействия полей доменов является наиболее трудоемкой и сложной процедурой модели, затрудняющей ее использование на практике.

Феноменологический подход учитывает интегральные свойства материала по форме и параметрам петли гистерезиса. Исходные параметры для описания петли гистерезиса конкретного магнитопровода могут быть получены экспериментально. Обобщенные модели петли гистерезиса обычно основываются на аппроксимации экспериментальных данных с помощью кусочно-линейных или нелинейных, часто трансцендентных функций / 1 /.

Применение кусочно-линейной аппроксимации значительно упрощает процесс моделирования, однако не может обеспечить высокой точности описания нелинейных ветвей предельной и частных петель гистерезиса. Она более пригодна для описания петель гистерезиса магнитотвердых материалов с большим коэффициентом прямоугольности.

Для магнитомягких материалов более высокая точность описания частных петель гистерезиса получается при использовании аппроксимации

петли гиперболическим тангенсом, так как в слабых электромагнитных полях при $H < H_C$ кривые перемагничивания ферромагнитных материалов после точки поворота удовлетворяют закону Рэлея $B = H (\mu_{OBR} + K_r H)$, где μ_{OBR} – обратимая магнитная проницаемость материала, H – напряженность возбуждающего поля, B – магнитная индукция, K_r – коэффициент, характеризующий необратимые нелинейные процессы перемагничивания магнитопровода

$B = B_S (\operatorname{sgn}(dB/dH) (1 - \alpha) - \alpha \operatorname{th} ((K_r) (H_C - H) / H_S) + \mu_H H)$, где $H = H_{TEK} - (H_{CB} + H_{CH})/2$, на восходящей ветви $\operatorname{sgn}(dB/dH) = 1$, $H_C = H_{CB}$, а на нисходящей ветви $\operatorname{sgn}(dB/dH) = -1$, $H_C = H_{CH}$, H_S – напряженность поля насыщения магнитопровода, K_r – коэффициент прямоугольности петли, μ_H – начальная магнитная проницаемость материала сердечника. Результирующая магнитная проницаемость μ электромагнитного преобразователя определялась с учетом μ_H и μ_Φ – проницаемости формы сердечника $1/\mu = 1/\mu_H + 1/\mu_\Phi$.

Проведены исследования по определению положения частной петли гистерезиса внутри предельной петли при питании катушки преобразователя как от источника тока, так и от источника напряжения. В первом случае при питании катушки переменным током без постоянной составляющей вне зависимости от B_r магнитопровода устойчивая частная петля гистерезиса располагалась на начальном участке основной кривой намагничивания. Во втором случае для единичного сечения магнитопровода $B = \int U dt + B_o$. При этом даже при отсутствии постоянной составляющей питающего переменного напряжения U велико влияние индукции $B_o = B_r + B_z + B_{ЮП}$, изменение которой определяет нестабильность параметров преобразователя. В этом случае для уменьшения погрешности измерения перемещений необходимо дополнительно контролировать уровень B_o для коррекции сигналов перемещений.

Список использованных источников

1. Вичес А.И., Горон А.И., Смирнов В.А. Моделирование канала магнитной записи на ЭВМ.-М.: Радио и связь, 1984.- 184 с.
2. Красносельский М.А., Покровский А.В. Системы с гистерезисом.-М.: Наука, 1983.- 272 с.
3. Сысуев А.Б., Черванев В.Ю., Меркулов А.И. Моделирование колебаний в нелинейных RLC контурах // Вестник Самар. гос. аэрокосм. ун-та. Сер. Актуальные проблемы радиоэлектроники. Вып. 2. 1999. С.98-100.