

4. Кодермятов Р.Э., Самодуров И.Н. Макет моментного двигателя с ленточной намоткой // Космическое приборостроение: сборник научных трудов форума школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием/ Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Изд-во ТПУ, 2013 - с. 196-197.

5. Екимова О.Ю., Иванова А.Г., Татарникова К.А. Экспериментальные исследования моментного двигателя с ленточной намоткой // Наука. Технологии. Инновации: Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых в 6-ти частях. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. Часть 2 – с. 104 – 106.

ДИАГНОСТИКА ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ МАГНИТОПРОВОДА БЕТАТРОНА

Коломейцев А.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Борилов В.Н., д.т.н., профессор кафедры
точного приборостроения*

Увеличение интенсивности излучения бетатрона может осуществляться по нескольким направлениям, одно из которых это увеличение частоты циклов ускорения. Современная коммутационная аппаратура и преобразовательная техника предоставляет значительный потенциал в области разработки высокочастотных схем питания бетатронов, однако существуют фундаментальные проблемы, которые не позволяют использовать этот потенциал. Одной из таких проблем является перегрев отдельных элементов электромагнита вследствие увеличения частоты циклов ускорения.[1]

Целью данной работы является исследование теплового режима магнитопровода бетатрона. В ходе выполнения работы была разработана и исследована компьютерная модель бетатрона МИБ-9 с энергией ускоряемого пучка электронов 9.0 МэВ. Исследуемый бетатрон имеет принудительную автоматическую вентиляцию для предотвращения перегрева.

Основная причина появления избыточного тепла в магнитопроводе бетатрона - это потери в стали. Потери в стали состоят из двух видов потерь:

- потери из-за вихревых токов;
- потери на циклическое перемагничивание.

Для количественной оценки потерь в стали магнитопровода бетатрона была использована формула (1):

$$P_c = P_{\delta} \cdot \left(\frac{f_3}{f_{\delta}}\right)^{2.3} \cdot \left(\frac{B_m}{B_{\delta}}\right)^{1.9} \cdot \frac{t_i}{T}, (1)$$

где P_{δ} – удельные потери в стали на базовой частоте; f_{δ} – базовая частота перемагничивания при которой определяются базовые потери; B_{δ} – индукция при которой определяются базовые потери; T – период следования импульсов перемагничивания.[2]

Расчеты, проделанные выше, дают точное представление о величине тепловой мощности, выделяющейся в магнитопроводе бетатрона в процессе работы. Для определения тепловых полей внутри конструкции необходимо провести тепловой анализ, входными характеристиками которого будут тепловые потери в электромагните бетатрона и мощность принудительного охлаждения вентиляцией. Было проведено моделирование в среде автоматизированного проектирования с помощью CAD и CAE систем.[3]

Моделирование дало представление о температурных полях. Из результатов расчета можно сделать вывод, что наибольшему нагреву подвергается середина блока центральных вкладышей. Физически это можно объяснить тем, что из-за низкой своей теплопроводности пластины стеклотекстолита в блоке центральных вкладышей создают «тепловые ловушки», препятствуя отводу тепла в зоны с более низкой температурой, в данном случае, полюса. Теплообмен с воздухом с боковых поверхностей центральных вкладышей не эффективен из-за маленькой площади контакта.[4]

Для оценки адекватности модели необходимо провести эксперимент. В данный момент разрабатывается измерительная система на базе модулей NI PXI для аппаратно-программного моделирования. В среде графического программирования LabVIEW разработана программа для измерения и обработки электрических сигналов, получаемых с датчиков температуры, установленных на ответственных участках магнитопровода бетатрона.[5]

Показания датчиков будут фиксировать температуру на протяжении всего цикла работы бетатрона. Анализ данных полученных в результате эксперимента и их сравнение с результатами моделирования покажут, насколько различаются расчетная и реальная температуры. Это даст представление о том, что модель, созданную в системе автоматизированного проектирования можно считать адекватной, а результатам экспериментов, проведенных с этой моделью, верить.

Список информационных источников

1. Касьянов С.В., Симонова О.С., Симонов Д.А. «Температурный режим центральных вкладышей электромагнита бетатрона». Известия высших учебных заведений. Физика. Т56, №1/2, с.94-97.

2. Бамдас А. М., Савиновский Ю. А. «Дроссели переменного тока радиоэлектронной аппаратуры». М., Изд-во «Советское радио», 1969, 248 с

3. Справка по T-FLEX Анализ. Тепловой анализ, Топ Системы. 2012 г. – Москва.

4. Коломейцев А.А., «Температурный анализ активного режима работы центральных вкладышей электромагнита бетатрона», «Наука. Технологии. Инновации» //Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых в 11 ч. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – Часть 2. – 219 с.

5. Магда Ю., LabVIEW. Практический курс для инженеров и разработчиков, М., Изд-во «ДМК Пресс», 208 с.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МОМЕНТА ТРЕНИЯ В ШАРИКОПОДШИПНИКЕ

Коржеманов Д.Н.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Гурин Л.Б., к.т.н., доцент кафедры
точного приборостроения*

В приборостроении одним из критериев качества шарикоподшипника является величина момента трения. Момент трения шарикоподшипника зависит от большого числа независимых факторов, ввиду чего его точное вычисление невозможно и он определяется на основании эмпирических зависимостей.

В общем случае момент трения в шарикоподшипнике складывается из следующих основных составляющих:

- трение качения шариков по дорожкам качения;
- трение скольжения шариков о сепаратор;
- трения, связанное с сопротивлением смазки.

Кроме того, в той или иной степени присутствуют трение сепаратора о направляющие борта кольца при базировании сепаратора по борту внутреннего или наружного кольца, трение скольжения-верчения шариков о дорожки качения, и др.