УДК 621.313

В. Г. ДАНЬКО, д-р техн. наук,
С. И. СКРЫПИН, А. И. СТАНКЕВИЧ, канд. техн. наук

МЕХАНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОБМОТКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ КРИОДВИГАТЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ИСПЫТАНИЙ

Перспективным направлением повышения предельной мощности и удельного использования машин постоянного тока является применение криогенного охлаждения в обмотках возбуждения [1].

Один из ответственных этапов технологического процесса изготовления крупного малоинерционного криодвигателя — испытание его обмотки возбуждения. Испытанию подвергаются парные галеты, из которых набираются полюсные катушки, и катушки в сборе. Необходимость в проведении тщательных испытаний определяется следующими причинами: высокой стоимостью применяемых материалов и их чувствительностью к механическим воздействиям; ограниченной ремонтоспособностью криогенной обмотки возбуждения после установки ее на двигатель; подверженностью обмотки эффектам тренировки, деградации и др.

В то же время в процессе испытаний парные галеты и катушки находятся в условиях тяжелых электродинамических и порождаемых ими механических нагрузок. Поэтому проведению испытаний должны предшествовать расчет напряженно-деформированного состояния элементов обмотки и разработка на его основе технологических мероприятий, направленных на недопущение необратимых деформаций парных галет и катушек.

На основании расчета значения составляющих магнитной индукции в любой части катушки были определены воздействующие на нее электродинамические усилия. Наиболее нагруженными оказались длинные стороны катушки, на средние части которых при номинальном токе возбуждения действуют усилия, достигающие 35 кН/м.

При рассмотрении напряженного состояния обмотки возбуждения приняты следующие допущения. Рассматривается установившийся режим испытаний, т. е. нагрузка носит стационарный характер. Расчет проводится в плоскости, нормальной к оси катушки. Сложная по своей структуре обмотка, состоящая из многих элементов с различными механическими свойствами, заменяется изотропной средой, свойства которой определяются согласно работе [2]. Расчет деформации длинной стороны катушки (галеты) проводится, как и в случае нагруженной балки с жестко закрепленными концами [3].

Проведенный расчет свидетельствует о возникновении деформации парной галеты и целой катушки при запитке их в процессе испытаний номинальным током. Таким образом, необходимо принятие мер для повышения жесткости катушек, например посредством помещения их во время испытаний в специальные технологические каркасы или бандажирования.

Список литературы: 1. *Применение* криогенного охлаждения в машинах постоянного тока с коллектором/Н. И. Милых, В. Г. Данько, А. И. Станкевич и др.// Вестн. Харьк. политехн. ин-та. — 1981. — № 180: Электромашиностроение и автоматизация пром. предприятий. — Вып. 6. — С. 74—75. 2. *Кошурников Е. К., Новицкий В. Г., Шахтарин В. Н.* Выравнивание механических напряжений по толщине сверхпроводящей обмотки//Электрич. машины. Сер. Сверхпроводниковые генераторы. — Л., 1979. — С. 38—42. 3. *Работков Ю. Н.* Сопротивление материалов. —М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962. — 456 с.

Поступила в редколлегию 12.11.85

УДК 621.313

В. И. ОМЕЛЬЯНЕНКО, канд. техн. наук, *В. Ф. БОЛЮХ*

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕННИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КАТУШКИ С КОСВЕННЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА

В полномасштабных магнитных системах (ПМС) с косвенным охлаждением для устройств линейного электромеханического преобразования энергии в качестве теплообменника используются полые медные трубки, выполненные по форме электрической катушки и имеющие с ней хороший тепловой контакт [1]. Многофункциональность отдельных элементов, технологичность и, как следствие, высокий уровень массогабаритных показателей таких систем, обусловливает перспективность их применения. Однако при любом уровне надежности ПМС может возникнуть нестабилизированный переход электрической катушки в нормальное состояние, и теплообменник, имея сильную магнитную связь с катушкой, будет играть роль внутреннего защитного контура (ВЗК).

Рассмотрим эффективность использования теплообменника катушки ПМС с косвенным охлаждением в качестве ВЗК при нестабилизированном переходе катушки в нормальное состояние. Эффективность использования теплообменника в качестве ВЗК оценим по результатам расчета ПМС В-112, выполненной в форме овала размером 1,2×0,4 м со следующими электромагнитными параметрами: индуктивность 0,56 Гн, намагничивающая сила 450 кА, запасенная энергия 150 кДж [2]. В качестве критериев эффективности принимаем значения энергии, выделившейся на катушке,

$$W_1(t) = \int_0^t I_1^2(t)\, R_1(T_1)\, dt$$

и времени протекания переходного процесса при отсутствии и наличии ВЗК. Здесь $I_1(t)$ — сила тока катушки; $R_1(T_1)$ — сопротивление катушки; $T_1(t)$ — температура катушки.

Силу тока $I_1(t)$ находим из решения системы однородных дифференциальных уравнений

$$L_1 \frac{\partial I_1}{\partial t} + R_1(T_1)\, I_1(t) + M \frac{\partial I_2}{\partial t} = 0;$$

$$L_2 \frac{\partial I_2}{\partial t} + R_2(T_2)\, I_2(t) + M \frac{\partial I_1}{\partial t} = 0,$$