

УДК 620.179.14

ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬ ИСТОЧНИКА ВЫСОКООДНОРОДНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЭТАЛОНА МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

А. П. ГУСЕВ, В. Д. ПИУНОВ

ГНУ «ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»

Минск, Беларусь

Ранее сообщалось о разработке источника для воспроизведения регулируемого высокооднородного магнитного поля в диапазоне магнитной индукции 0,1–50 мТл. При создании источника не все параметры поддаются точному расчету, например – тепловые характеристики, в связи с чем, данные параметры устанавливаются или уточняются экспериментально.

Основным потребителем мощности разработанного источника являются катушки Гельмгольца. Выделяемое ими тепло влияет на постоянную катушек за счет теплового расширения обмоток, а при высоких внутренних температурах может разрушаться изоляция обмоточных проводов. Данные обстоятельства для разработанного источника имеют более острое значение, чем обычно, по двум причинам. Первая – повышенные требования к стабильности системы в связи с ее назначением, вторая – расчет катушек Гельмгольца выполнен с учетом минимизации веса и потребления электроэнергии. В этих условиях требования к температурной стабильности катушек Гельмгольца накладывают ограничения на режим использования (длительность непрерывной работы) источника поля.

В работе представлены результаты экспериментальных исследований воздействия температуры обмоток катушек Гельмгольца на стабильность воспроизводимого ими магнитного поля. Методика исследования заключалась в том, что по обмоткам катушек пропускался постоянный ток и через определенные интервалы времени регистрировался ряд параметров: температура на внешнем слое обмотки (поверхностная температура T_p), сила стабилизированного тока I , падение напряжения U на обмотках и значения B магнитной индукции в центре системы катушек. Далее, по величинам напряжения U и тока I определялось активное сопротивление R обмоток и определялась их средняя температура T_{cp} по формуле

$$T_{cp} = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{R_T}{R_{20}} - 1 \right) + 20,$$

где R_{20} – сопротивление при температуре обмоток 20 °С; R_T – сопротивление при температуре T °С; $\alpha = 0,004$ 1/°С – температурный коэффициент сопротивления меди марки ММ.

Полученные результаты иллюстрируются графиками на рис. 1, 2.

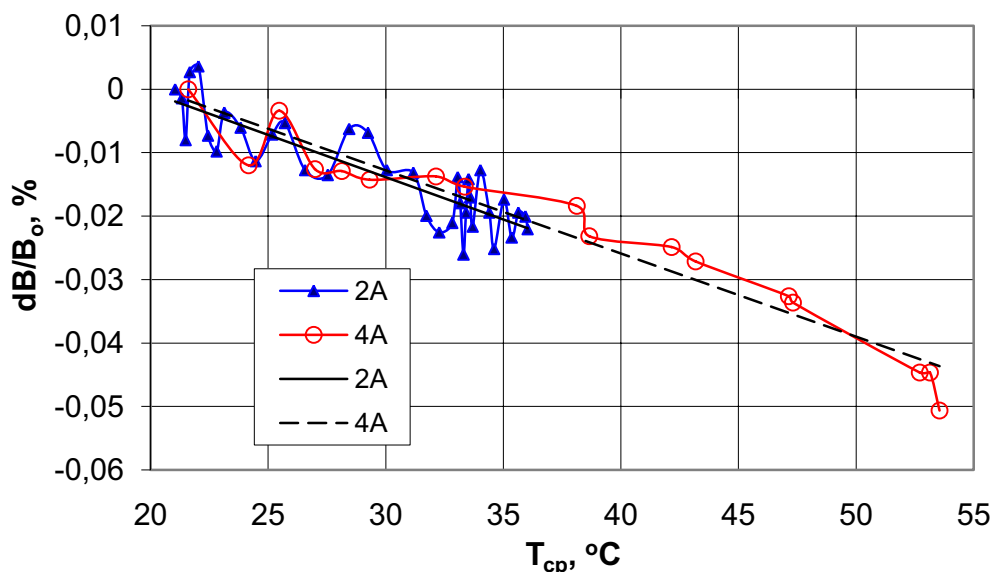


Рис. 1. Графики зависимости изменения магнитной индукции катушек Гельмгольца от средней температуры обмоток

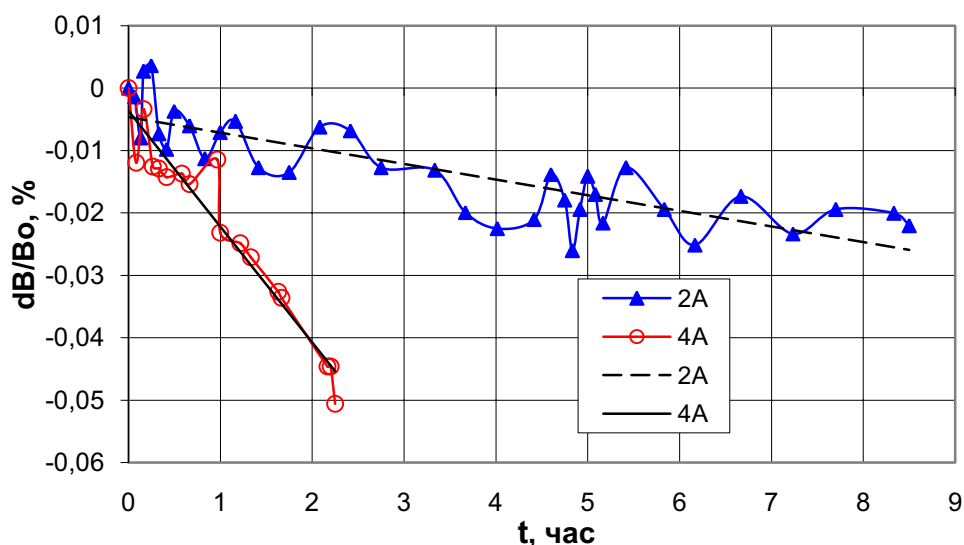


Рис. 2. Графики зависимости изменения магнитной индукции катушек Гельмгольца от времени пропускания тока 2А и 4А

Из графиков видно, что изменение магнитной индукции dB/B_0 относительно первоначального значения, полученное при нагреве током 2 А в течение 8 часов не превышает 0,025 % и максимальным током 4 А в течение 2 часов – примерно 0,04 %. Полученные температурные зависимости магнитной индукции являются приемлемыми, с точки зрения класса точности эталона. Кроме того, при необходимости вносимые температурные погрешности могут быть уменьшены снижением времени измерений или внесением соответствующих T_{cp} поправок в результаты измерений.

Email: gusevap@iaph.bas-net.by
piunov@iaph.bas-net.by