

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТАЛИ И АЛЮМИНИЯ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Годовых А.В., Чернозем Р.В., Ушаков И.А.

Научный руководитель: Мышкин В.Ф., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр.
Ленина, 30
E-mail: gos100@list.ru

Современные системы автоматизации и телеметрии базируются на основе персональных компьютеров и микроэлектронных устройств. Дальнейшая миниатюризация микроэлектронных устройств, связанная с уменьшением массогабаритных показателей и энергопотребления, ограничивается возможностью теплоотвода. Поэтому актуальны исследования, связанные с исследованием влияния магнитного поля на теплопроводность твердых тел.

В экспериментах по лазерному испарению графита наблюдалось увеличение до 2,5 раз относительной скорости испарения графита для образца, помещенного в постоянное магнитное поле 0,2 Тл. При этом действие постоянного внешнего магнитного поля на процесс лазерного испарения графита носит резонансный характер. Это объясняли тем, что внешнее магнитное поле влияет на теплопроводность проводника [1].

Цель работы: определить влияние магнитного поля на теплопроводность алюминия и стали.

Для проведения экспериментальных исследований собрана установка, содержащая столик, на который устанавливали струбцину. В струбцине закрепляли испытуемый образец в форме параллелепипеда. Образцы по длинной стороне ориентировались горизонтально. С одного конца на образец надевали омический нагреватель, теплоизолированный как с наружной стороны. Электрическую изоляцию нагревателя от образца осуществляли с помощью асбестовой бумаги. Столик имеет две степени свободы: по вертикали и горизонтали. Магнитное поле создавалось с помощью постоянного магнита (остаточная намагниченность 1,2 Тл). Температура поверхности образца измерялась при помощи тепловизора модели Testo 881.

Для каждого образца экспериментально подбирали температуру и темп нагрева. Для этого в нескольких токах измеряли время нагрева до некоторой температуры при некотором токе через нагреватель. Определяли время, за которое образец нагревается, а скорость нагрева уменьшается незначительно. Далее во всех точках поверхности образца определяли температуру через этот промежуток времени для заданной величины тока питания нагревателя.

Графики распределения температуры по поверхности образцов, построенные по экспериментальным данным для алюминия и стали повторяются по своим характерным особенностям. Из относительной разности температур нагрева в магнитном поле и без поля для стального и алюминиевого стержней видно, что с уменьшением температуры уменьшается регистрируемый эффект воздействия магнитного поля. При этом изменение теплопроводности в магнитном поле значительно меньше, чем в экспериментах с лазерным пробоем.

Для оценки теплового эффекта в магнитном поле были использованы два металла, имеющих разные свойства с точки зрения взаимодействия с внешним магнитным полем. Природный алюминий моноизотопный элемент с парамагнитными ядрами. Железо, относящийся к ферромагнитным материалам с хаотично ориентированными магнитными доменами, имеет 4 изотопа. Из них ^{57}Fe с ядерным спином 0,5 составляет 2,1%. Совпадение экспериментальных графиков для Al и Fe, в пределах ошибки измерений, можно объяснить тем, что в металлах теплопроводность с помощью свободных электронов преобладает над остальными типами. При этом вклад упругих колебаний кристаллической решетки, наличие (отсутствие) ядерных или неспаренных электронных спинов имеет значительно меньшее значение.

В графите зависимость теплопроводности от магнитного поля должна быть аналогичной также из-за его электронного характера электрической проводимости. Регистрируемая резонансная зависимость количество испарившегося за один импульс лазерного излучения графита от величины магнитного поля может быть связана с действием поля на процесс нуклеации паров углерода. При этом чем меньше дисперсной фазы, тем большая часть энергии импульса излучения доходит до подложки и обуславливает испарение подложки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мышкин В. Ф., Ижойкин Д. А., Ушаков И. А. Исследование лазерного испарения изотопов углерода во внешнем магнитном поле // Известия вузов. Физика. - 2013 - Т. 56 - №. 4/2. - С. 202-204.