

УДК 629.78

О важности изучения физических процессов, протекающих при изготовлении резистивного элемента электронагревателя с использованием лазерного излучения

Вятлев Павел Александрович

viatlevpa@laspace.ru

Шеманов Александр Геннадьевич^(*)

shemanovag@laspace.ru

АО «НПО Лавочкина», Химки, Московская обл., Россия

Аннотация. Проведен обзор свойств константановой фольги, их взаимосвязи с основными параметрами лазерного излучения при обработке металла. Анализ взаимодействия лазерного излучения с константаном позволяет не только определить ряд важных показателей, влияющих на значения параметров лазерного излучения, но и одновременно с этим дает возможность управления протекающими физическими процессами при изготовлении резистивного элемента нагревателя электрической фольги с использованием лазерного излучения.

Ключевые слова: лазер, излучение, двухфазное разрушение, плавление, испарение

Введение. Математическое моделирование взаимодействия лазерного излучения с константановой фольгой невозможно без понимания протекающих при этом физических процессов, которые в конечном итоге определяют, как энергетические затраты, так и качественные показатели изготавливаемых изделий.

Материалы и методы; результаты. Одними из важнейших свойств константановой фольги, без учета которых невозможно представить полноту протекающих физических процессов, являются ее оптические и теплофизические показатели. Оптические свойства металла определяют такие важные показатели распространения электромагнитной волны в металле как коэффициент ее ослабления и процент поглощения ее энергии в металлической среде. Теплофизические свойства отражают способность металла аккумулировать и проводить тепло, а также скорость выравнивания температуры в объеме фольги [1].

Связь оптических и теплофизических свойств металла с такими основными параметрами лазерного излучения как длина волны, длительность импульса, плотность мощности и частота следования импульсов позволяет оценить ряд значимых показателей, знание которых позволяет не только предъявлять требования к параметрам лазерного излучения, но и управлять течением физических процессов. Например, от длины волны лазерного излучения совместно с оптическими свойствами металла зависят коэффициенты ослабления и отражения электромагнитной волны. Длительность импульса совместно с температуропроводностью, плотностью и удельной теплоемкостью фольги определяют глубину проникновения тепла в металлические слои, а также распределение энергии поглощенной электромагнитной волны

между константановой фольгой и подложкой. Плотность мощности лазерного излучения совместно с длительностью импульса и теплофизическими величинами металла позволяют определить температуру поверхности металлической структуры. Частота следования импульсов тесно связана с теплофизическим процессом остывания поверхности и позволяет оценить начальные условия для нагрева фольги следующим импульсом лазерного излучения.

Удаление необходимых областей константановой фольги под воздействием лазерного излучения сопровождается физическими процессами: плавлением, испарением и движением расплавленных масс металла. Анализ этих процессов позволяет вычислить значения таких важных характеристик как давление испаряющихся масс на поверхность расплава, давление сил поверхностного натяжения, скоростей испарения и движения расплавленных масс константана, что в свою очередь дает возможность оценить соотношение жидкости и пара в продуктах удаления и изменение значения толщины фольги с учетом ее истончения [2].

Заключение. Таким образом, изучение физических процессов, протекающих при взаимодействии лазерного излучения с константановой фольгой, позволяет предъявить требования к параметрам лазерного излучения и оптическим системам, определить их ограничения, что непосредственно сказывается на точности, качестве и воспроизводимости изготавливаемых изделий.

Список источников

- [1] Либенсон М.Н., Яковлев Е.Б., Шандыбина Г.Д. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Ч. 1. Поглощение лазерного излучения в веществе. Санкт-Петербург, СПбГУ ИТМО, 2008, 141 с.
- [2] Поляков Д.С., Шамова А.А., Шандыбина Г.Д. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Ч. 2. Физико-химические процессы в конденсированных средах, иницированные лазерным нагревом. Санкт-Петербург, СПбГУ ИТМО, 2023, 100 с.