ПОВЕДЕНИЕ ЭНЕРГИИ ИСПАРЕНИЯ ВОЛЬФРАМА При возДЕЙСТВИи на его поверхность МОЩНОГО ИМПУЛЬСНОГО ПОТОКА ПЛАЗМЫ [[1]](#footnote-1)\*)

1Казеев М.Н., 1Козлов В.Ф., 1Койдан В.С., 2Herdrich G., 2Schmidt J.

1Национальный исследовательский центр “Курчатовский институт”, Москва,  
 Россия, [Kazeev\_MN@nrcki.ru](mailto:Kazeev_MN@nrcki.ru)  
2Штутгартский университет, Штутгарт, Германия, [herdrich@irs.uni-stuttgart.de](mailto:herdrich@irs.uni-stuttgart.de)

В [1] приведены эксперименты и численный модель поведения поверхностных слоев высокотемпературных металлов при их взаимодействии с импульсным плазменным потоком, создаваемым мощным абляционным импульсным плазменным двигателем. Представлены данные о нагреве и испарении образцов стали и вольфрама. Предметом данной статьи является определение энергии испарения вольфрама, удовлетворяющей экспериментам и моделированию. Импульсный плазменный двигатель создает плазменные потоки с направленной скоростью (7–9) × 106 см/с, начальным диаметром потока 1,5–2 см и максимальной плотностью около 1018 см – 3, а также максимальной мощностью 5 ГВт [2].

Поглощенная энергия и масса, испаренная из образцов вольфрама в зависимости от энергии, хранящейся в источнике питания, показаны на рис. 1. При увеличении энергии батареи происходит увеличение остаточного нагрева. По-видимому, это связано с повышением температуры испарения.

Экспериментальные данные обраба­тывались с использованием численной модели, описывающей нагрев и испарение материала в результате поглощения импульсных потоков энергии с учетом кинетики испарения на основе уравнения Герца–Кнудсена. Проверка модели выполнена на основе измерений остаточной температуры образца и испаренной массы. Исследовано поведение испарения вольфрама до плотности потока энергии 1 ГВт/см2.

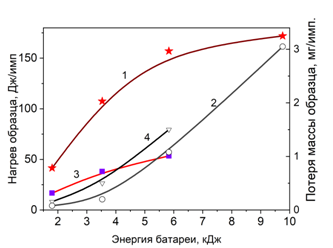


Рис. 1. Поглощенная энергия и потеря массы образцов стали и вольфрама в зависимости от энергии, запасаемой в источнике питания. 1,2 – поглощенная энергия и потеря массы вольфрама;   
3, 4 – сталь.

Сравнение экспериментальных данных и численных расчетов позволило оценить кинетику испарения при температурах, превышающих температуру испарения вольфрама в нормальных условиях. Согласно расчетам при плотности потока энергии равной или выше 50 МВт/см2 расчетная остаточная температура превышает экспериментальную. Удовлетворитель­ное согласие с экспериментальными данными имеет место при уменьшении энергии испарения по сравнению с ее стандартным значением.

Литература

1. Казеев М.Н., Козлов В.Ф., Койдан В.С., Herdrich G., Schmidt J., Взаимодействие мощного импульсного потока плазмы с поверхностью высокотемпературных материалов*. // Физика плазмы, 2019, том 45, № 5, с. 443–451.*
2. Казеев М.Н., Импульсные электродные ускорители плазмы, Энциклопедия низкотемпературной плазмы под ред. В.Е. Фортова, глава IX.8, Москва, «Наука» 2000,. с. 488 – 504

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Pt/en/GW-Kazeev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)