

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ВЗРЫВ ТОНКИХ ПРОВОДНИКОВ (СМЕНА ПАРАДИГМЫ) ^{*)}

Романова В.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, romanovavm@lebedev.ru

Исследование электрического взрыва тонких металлических проволок (ЭВП) в вакууме и в различных средах имеет весьма длительную историю и стимулируется как большим количеством практических приложений, так и фундаментальным интересом к веществу с экстремальными теплофизическими параметрами. Возможность получения опытных данных далеко за пределами «нормальных условий» совершенно бесценна при построении соответствующих уравнений состояния. Использование всё более мощных диагностических средств — лазерного зондирования, в том числе на разных длинах волн, рентгенографии высокого разрешения, высокоскоростного фотографирования и т.д. позволило установить ряд важнейших закономерностей и особенностей ЭВП, таких как образование *структуры* *кern–корона*, *трубчатое* или *пенообразное* (в зависимости от энерговклада) строение *керна*, а также наличие в продуктах взрыва *заметного количества рассеивающих микрочастиц* [1–3].

Изучаемые процессы чрезвычайно сложны, и до построения полноценной теории, которая бы адекватно описывала фазовые преобразования металла при его нагреве электрическим током большой мощности, всё ещё очень далеко. При этом многие ранние концепции прочно укоренились среди исследователей и, несмотря на свою недоказанность, а иногда и на прямые противоречия с результатами современных экспериментов, продолжают некритично использоваться для описания и интерпретации опытных данных. Так, идея о *полном испарении* материала проводника, якобы достижимом при достаточно большом энерговкладе, очевидным образом опровергается данными *по рассеянию зондирующего лазерного излучения* в продуктах взрыва. Вообще сама возможность оптической тенеграфии взорванной проволоки (а это одна из основных диагностик при ЭВП) исключает нахождение расширяющегося *керна* в газовом состоянии. Представление *об однородном распределении* параметров вещества по сечению *керна* тонкой проволоки, лежащее в основе практически всех МГД-симуляций процесса взрыва, не согласуется с данными радиографии о *трубчатом* строении *керна*. Требуется пересмотра и концепт *страт* (областей повышенной плотности) как *плоских дисков* — новые данные свидетельствуют, скорее, об их *развитии на поверхности* *керна* и кольцевой (торообразной) форме.

Относительно поздние теории «фазового» и «кавитационного» взрывов, наоборот, вполне неплохо согласуются не только с экспериментом, но и с результатами соответствующих молекулярно-динамических расчётов. Однако высказанные там идеи, по-видимому, слишком непривычны и пока не сумели заменить у исследователей ЭВП традиционные, сильно упрощённые представления о фазовой трансформации вещества как о простой последовательности процессов *нагрев–плавление–испарение*, протекающих во всём объёме проводника.

Работа частично поддержана грантом РФФИ No. 19-79-30086-Р

Литература

- [1]. В.М. Романова, Г.В. Иваненков, А.Р. Мингалеев и др. Физика плазмы, т. 41(8), с. 671 (2015).
- [2]. S.A. Pikuz, T.A. Shelkovenko, C.L. Hoyt, et al. IEEE Trans. Plasma Sci. 43, 2520 (2015).
- [3]. В.М. Романова, И.Н. Тиликин, А.Р. Мингалеев и др. Физика плазмы, 48, №2 (2022).

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)