О фазовом состоянии кернов тонких проволочек в процессе быстрого электровзрыва

Иваненков Г.В., Романова В.М.

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва, Россия, ivanenkov.gv@mail.ru

Обсуждаются актуальные вопросы анализа данных современных экспериментов с взрывающимися проволочками в вакууме. Установленное в конце 1990-х гг. образование долгоживущей структуры керн – корона [1, 2] продемонстрировало существенно более сложное, чем ранее предполагалось, проявление фазовых переходов в металлах. Тем не менее, и сегодня популярны сценарии вложения энергии в виде цепочки *нагрев – плавление – испарение – ионизация*, охватывающей весь объём вещества [3]. Это противоречит факту возникновения волны разгрузки, распространяющейся с поверхности вглубь металла. Как следствие, сечение нагрузки делится на две части, внутри которых процессы протекают различно. Во внешней части, где важно магнитное поле, образуется перегретая жидкость и происходит фазовый взрыв, во внутренней доминирует термодинамическое давление, которое после отражения волны от оси становится малым и даже отрицательным [4]. Сценарии [3] основаны на факте вложения в металл нескольких энергий атомизации, из чего делается заключение о возможности полного испарения проволочки. Однако, согласно общему рассмотрению, представленному в книге [5], это может произойти лишь при значении энтропии, превышающей её значение в критической точке. Более тщательный анализ экспериментальных данных по взрыву серебряных проволочек также говорит о преждевременности вывода о полном испарении нагрузки. О наличии в продуктах взрыва заметной доли конденсированного вещества свидетельствует, в частности, чрезмерно сильное рассеяние зондирующего лазерного излучения в керне. Кроме того, представлению о полном испарении керна противоречат стабильность и резкие границы страт, формирование которых, как правило, сопровождает взрыв проволочек из легкоплавких материалов [6]. Отсутствие тотального испарения при больших энерговкладах связано с особенностями перехода металл–диэлектрик, неоднородно протекающего в различных областях нагрузки. В докладе даётся качественная интерпретация процессов при быстром вложении энергии в проводник. Показывается, что в качестве масштаба энерговклада более корректно использовать величину энергии связи в металле, частью которой служат затраты на атомизацию вещества.

Литература

1. Г.В. Иваненков, А.Р. Мингалеев, С.А. Пикуз, В.М. Романова, В. Степневски, Д. Хаммер, Т.А. Шелковенко. ЖЭТФ 1998, т. 114, вып. 4 (10), с. 1216 – 1229.
2. С.А. Пикуз, Г.В. Иваненков, Т.А. Шелковенко, Д. Хаммер. Письма в ЖЭТФ 1999, т. 69 (5), с. 349 – 354.
3. G.S. Sarkisov, P.V. Sasorov, K.W. Struve, D.H. McDaniel. J. App. Phys. 2004, 96 (3), p. 1634 –1686.
4. С.И. Ткаченко, К.В. Хищенко, В.С. Воробьев, П.Р. Левашов, И.В. Ломоносов, В.Е. Фортов. Теплофиз. выс. темпер. 2001. Т. 39 (5). 728 –742.
5. Я.Б. Зельдович, Ю.П. Райзер. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Наука, 1966.
6. V.M. Romanova, A.R. Mingaleev, A.E. Ter-Oganesyan, T.A. Shelkovenko, S.A. Pikuz. Problems of atomic science and technology (PAST) 2013, 1 (83), p. 284 – 286.