

СМЕНА МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ ЖИДКОКАПЕЛЬНЫХ
ЧАСТИЦ В ЭРОЗИОННЫХ ЛАЗЕРНЫХ ФАКЕЛАХ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ
РАЗМЕРОВ ПЯТЕН ОБЛУЧЕНИЯ.

Гончаров В.К., Загорский А.В., Пузырев М.В., Чернявский А.Ф.

Научно-исследовательский институт прикладных физических проблем
им.А.Н.Севченко, ул. Курчатова, 7, Минск, 220064, Беларусь, тел. 017-
2775644, e-mail: sikolenko@pfp.bsu.unibel.by

Аннотация. Определены условия существования размерного эффекта смены механизмов каплеобразования в эрозионных лазерных факелах.

Как известно, при воздействии лазерного излучения умеренной интенсивности (10^5-10^8 Вт/см²) на металлы продукты разрушения состоят из паров, плазмы и частиц конденсированной фазы. Первоначально в эрозионный лазерный факел поступает мелкодисперсная жидкокапельная фаза, формирующаяся за счет объемного парообразования. Затем по мере роста глубины лунки и формирования достаточно толстого слоя жидкой фазы в зоне лазерного воздействия в эрозионный факел начинают поступать более крупные жидкие капли за счет гидродинамического механизма. Масса жидкокапельной фазы, поступающей в эрозионный факел за счет гидродинамического механизма, значительно больше, чем за счет объемного парообразования. Поэтому в момент включения гидродинамического механизма можно говорить о смене механизма формирования в эрозионном лазерном факеле жидкокапельной фазы. Образование жидкокапельной фазы за счет гидродинамического механизма происходит следующим образом. Как только формируется эрозионная лунка, глубина которой соизмерима с диаметром, то жидкая фаза, образующаяся на стенках за счет нагрева продуктов эрозии дефокусированным лазерным излучением, излучением паров и плазмы, а также за счет конвекции, начинает уноситься истекающими продуктами эрозии из лунки в виде довольно крупных капель. Таким образом реализуется режим абляции. Эти капли, как правило, находятся вблизи границы эрозионного факела. Их траектории составляют конус, образованный стенками лунки. В том случае, когда диаметр эрозионной лунки значительно больше ее глубины (случай близкий к одномерному), формирование крупных жидких капель за счет абляции затруднено и в

факел поступают мелкие частицы за счет объемного парообразования. Однако в этом случае к концу лазерного импульса импульсом давления жидкая фаза, наработанная в течение лазерного воздействия, выдавливается из лунки и за счет гидродинамического механизма происходит интенсивный выброс крупных капель.

При малых плотностях мощности воздействующего лазерного излучения существует временная задержка смены механизмов образования жидкокапельной фазы. При увеличении плотности мощности происходит более быстрое формирование лунки и смена механизмов образования частиц конденсированной фазы происходит быстрее. Если облучать металлическую мишень при одной и той же плотности мощности лазерного излучения, но изменять диаметры пятен облучения, то переход от одномерного случая к двумерному должен происходить быстрее при меньших пятнах облучения. При этом смена механизмов образования частиц конденсированной фазы в меньших пятнах происходит с меньшей задержкой. Это хорошо иллюстрируется результатами экспериментов по воздействию прямоугольных импульсов излучения неодимового лазера

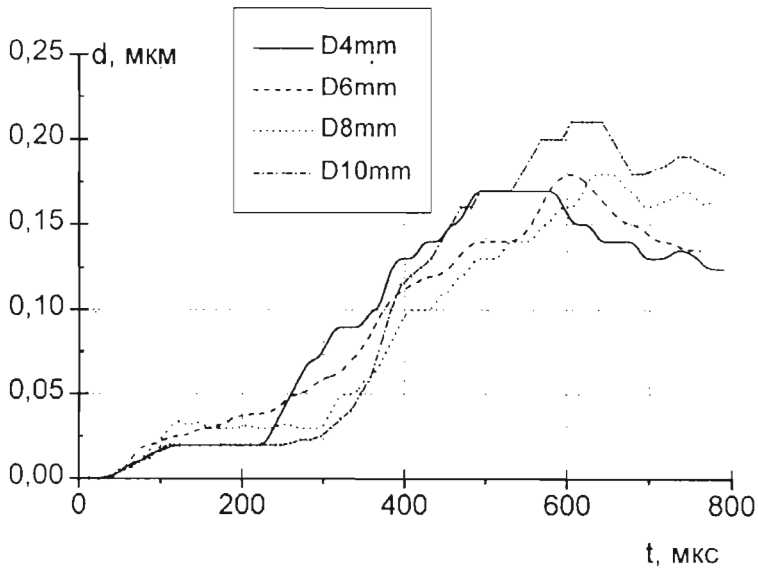


Рис.1

длительностью 400–450 мкс на свинцовую мишень с плотностью мощности $6,6 \cdot 10^5$ Вт/см².

На рис.1 изображены изменения диаметров d частиц жидкокапельной фазы во времени для различных пятен облучения. На рис.2 представлены времена задержки Δt смены механизмов образования частиц жидкокапельной фазы в зависимости от диаметра d пятен облучения.

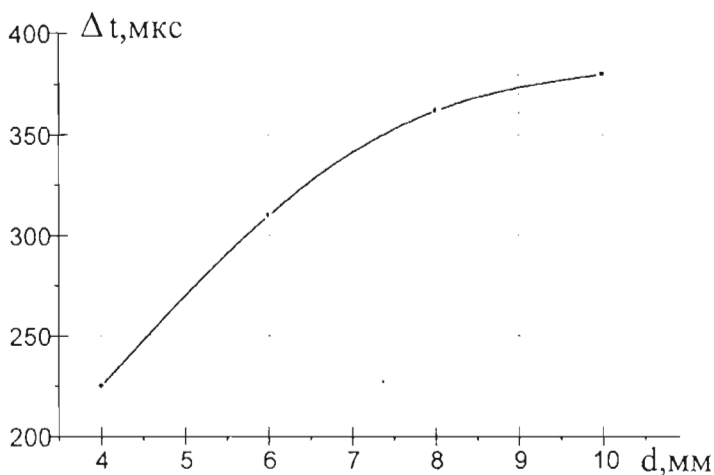


Рис.2

Как следует из экспериментов со свинцовой мишенью задержка смены механизмов образования в эрозионном лазерном факеле частиц конденсированной фазы достаточно заметно изменяется при увеличении пятен облучения вплоть до 8–9 мм. При дальнейшем увеличении пятен облучения задержка смены каплеобразования в эрозионном лазерном факеле достигает максимального значения и в дальнейшем практически не изменяется. Эти результаты необходимо учитывать при сравнении одномерных теоретических расчетов с результатами различных экспериментов.