

УДК 621.457

**ОЦЕНКА МАССЫ АБЛИРОВАННОГО ВЕЩЕСТВА ПРИМЕНИТЕЛЬНО
К ТЕОРИИ ЛАЗЕРНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

© Зиганшин Б.Р., Сочнев А.В., Саттаров А.Г.

e-mail: brziganshin@gmail.com

*Казанский национальный исследовательский технический университет
имени А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация*

Для оценки тяги, создаваемой лазерным ракетным двигателем, необходимо оценить количество аблированной массы, которая испаряясь, создает тягу [1]. На сегодняшний день существует несколько подходов к оценке. В данной работе оценивается абляция металлов одиночным импульсом с длительностью порядка нескольких наносекунд.

Упрощенно модель процесса выглядит следующим образом: лазерный луч некоторой интенсивности в течение нескольких наносекунд падает на металл. После такого импульса некоторая часть поверхности испаряется в виде плазменного факела, создавая таким образом тягу. Известно, что при низких интенсивностях излучения зависимость аблированной массы изменяется по логарифмической зависимости, а при высоких интенсивностях по линейной зависимости. Также существует понятие как «экранировка плазмы», сдерживающей испарение материала.

Рассмотрим несколько примеров оценки массы. За основу взята работа [2], в которой есть формула по оценке глубины материала при воздействии лазерного излучения. Однако эта формула не оценивает длину волны и интенсивность излучения и больше пригодна для оценки промышленных работ

Далее стоит выделить работу [3], где также оценивалась аблированная масса, однако расчет сильно затруднен ввиду наличия в уравнениях кулоновского логарифма.

Работы зарубежных авторов также описывают количество аблированной массы. В частности, в работе по лазерным двигателям [4], используют формулу, в которой используется КПД и коэффициент полного импульса. Недостатком такой формулы является тот факт, что как раз для оценки полного импульса надо знать эффективный КПД.

В обзорной статье, посвященной лазерной тяге [5] указывается формула для оценки аблированной массы, однако ряд компонентов, как например «коэффициент передачи» или «коэффициент поглощения» которые надо знать, опираясь на эмпирические данные, и поэтому формулой, при всем ее удобстве, пользоваться довольно непросто.

Если оценивать среднее количество аблированной массы в наносекундном диапазоне, то эта оценка, согласно экспериментам, составляет примерно от 2 до 50 нг за один импульс. Для точной оценки аблированной массы на данный момент требуется совместное использование теоретических и эмпирических зависимостей.

Библиографический список

1. Саттаров А.Г., Сочнев А.В., Бикмучев А.Р. Измерение импульса реактивной силы, создаваемый импульсным оптическим разрядом при помощи баллистического маятника // Труды Академэнерго. 2015. № 1. С. 75-82.
2. Делоне Н.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Курс лекций. Москва: Наука, 1989. 280 с.
3. Бурдонский И.Н., Гольцов А.Ю., Леонов А.Г., Макаров К.Н., Родин А.В., Тимофеев И.С., Юфа В.Н. Образование кратеров в многокомпонентных поликристаллических мишенях под действием мощного лазерного импульса // Труды МФТИ, Т. 5, № 1, 2013. С. 175-183.
4. Phipps C.R., Boustie M., Chevalier J.M. Laser impulse coupling measurements at 400 fs and 80 ps using the LULI // Journal of applied physics, No. 122, 2017. pp. 193103-1-193103-14.
5. Haichao Y., Hanyang L., Yan W. Brief review on pulse laser propulsion // Optics and Laser Technology, No. 100, 2017. pp. 57-74.