

УДК 533.95

Экспериментальная иллюстрация к задаче о движении поршня

Павлов Алексей Вячеславович

alekseipavlov@bmstu.ru

Телех Виктор Дмитриевич^(*)

telekh@bmstu.ru

Щепанюк Тадеуш Сигизмундович

tadeus56@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В докладе рассмотрены процессы, происходящие над поверхностью аблирующих полимерных материалов под действием широкополосного излучения ВУФ диапазона спектра. Показано, что если такое взаимодействие происходит в газовой среде (Ar, Ne) пониженного давления, то в какой-то момент времени над поверхностью образца образуется плазменный поршень, который начинает равноускоренное движение в фоновом газе, формируя сложную газодинамическую структуру, которая является визуальной интерпретацией задачи о поршне.

Ключевые слова: ВУФ-излучение, светозрозия, задача о поршне, разряд магнито-плазменного компрессора, лазерная голографическая интерферометрия, шлирен-фотография

Введение. В газовой динамике подвижную непроницаемую для частиц среды поверхность принято называть поршнем. Задача о поршне рассматривает различные законы и направления движения поршня: с постоянной скоростью, с нулевой начальной скоростью равноускоренно, с изменением скорости по закону $v = at^n$ [1, 2]. В зависимости от этого закона, в газе возникают волны сжатия или разрежения, разрывные течения, ударные волны и пр. Проводя исследование испарения поверхности материалов в газовых средах под воздействием широкополосного излучения ВУФ-диапазона спектра, мы получили интересную визуальную интерпретацию задачи о поршне.

Материалы и методы; результаты. В качестве источника излучения высокой спектральной яркости использовался плазмодинамический разряд магнитоплазменного компрессора (МПК) в вакууме и различных газах [3, 4]. Взаимодействие такого излучения с поверхностью материалов приводит к их абляции, причем в отличие от лазерной абляции, где такое воздействие реализуется в малом пятне фокусировки, облучению подвергается вся площадь поверхности. Если МПК разряд происходит в среде фоновых газа, то под воздействием излучения разряда над образцом образуется сложная газодинамическая структура: плазменный слой из аблированного материала, расширяющийся в фоновый газ, который создает в фоновом газе ударную волну [5]. Динамика плазмообразования, а значит, и скорость движения поршня определяется динамикой излучением из разряда. Для диагностики использовались двухэкспозиционная лазерная голографическая интерферометрия и шлирен-фотографии. Схема эксперимента представлена в [5].

Заключение. Показано, что в какой-то момент времени над поверхностью образца образуется плазменный поршень, который начинает равноускоренное движение в фоновом газе. Это приводит к образованию слоя ударносжатого газа и ударной волны. В конце первого полупериода разряда интенсивность ВУФ излучения разряда спадает, что приводит к торможению поршня, второй полупериод разряда снова ускоряет поршень. Таким образом, распределение плотности газа за фронтом ударной волны позволяет определить зависимость скорости движения поршня от времени.

Работа выполнена на уникальной научной установке (УНУ) «Пучок-М» МГТУ им. Н.Э. Баумана, при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по государственному заданию FSN-2024-0007.

Список источников

- [1] Зельдович Я.Б. Движение газа под действием кратковременного давления (удара). *Акустический журнал*, 1956, № 2, с. 28–38.
- [2] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. *Гидродинамика*. Москва, Наука, 1986.
- [3] Kamrukov A.S. et al. Bright thermal VUV sources based on plasmodynamic discharges in gases. *High Temp.*, 1989, no. 27, pp. 141–155.
- [4] Kuzenov V.V., Ryzhkov S.V., Varaksin A.Yu. Numerical modeling of individual plasma dynamic characteristics of a light-erosion MPC discharge in gases. *Applied Sciences*, 2022, no. 12, art. no. 3610. <https://doi.org/10.3390/app12073610>
- [5] Pavlov A.V. et al. Gas Dynamics Processes above the Polymers Surface under Irradiation with Broadband High-Brightness Radiation in the Vacuum Ultraviolet Spectrum Region. *Polymers*, 2022, no. 14. <https://doi.org/10.3390/polym14193940>