

## УСТАНОВКА ДЛЯ АНАЛИЗА АБЛЯЦИИ МЕТЕОРОИДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОТОКА ПЛАЗМЫ

Попов А.А., Кокорин А.Ф.

Уральский Федеральный Университет имени первого Президента  
России Б.Н., Екатеринбург, Россия, slymbe@yandex.ru

Процессы, происходящие с метеороидами при входе в атмосферу Земли и прохождении через нее, изучены не полностью. Для их изучения необходимо экспериментально воссоздать условия пролета космических тел через слои атмосферы в земной установке. Эксперименты такого рода проводятся с использованием установок с высокой энтальпией, а также применяются методы измерений, ранее использовавшиеся для определения характеристик систем тепловой защиты космических аппаратов [Полежаев 1976], адаптированные для исследования абляции метеороидов. В качестве исследуемого материала выступают образцы метеоритов [Wang, 2024]. Кроме того, часто для исследования разрушения метеороидов используют схожие с ними земные породы, такие как базальт [Helber et al. 2019; Pittarello, 2019]. Основными контролируемыми параметрами в таких экспериментах являются: тепловой поток, давление и время воздействия, а одним из основных методов исследования является оптический эмиссионный анализ с временным разрешением.

В этой работе рассматривается создание установки для проведения экспериментов по анализу абляции метеороидов в земных условиях. Основа экспериментальной установки – плазматрон (генератор потока плазмы) и оптический спектрограф, модернизированный с целью получения цифровых изображений спектра в динамике (с высоким разрешением по времени). Модернизация проводилась путем замены регистрирующего узла спектрографа с фотопластинкой на камеру с ПЗС-матрицей. Также были разработаны: устройство сдвига выводимой части спектра, алгоритмы и ПО на их основе для автоматизации проведения экспериментов и предварительной обработки изображений спектров.

Такое решение позволило автоматизировано получать цифровые изображения оптических спектров, наблюдать и фиксировать изменения спектров в динамике, а также проводить предварительный анализ полученных спектров. Благодаря чему возможно динамически регистрировать эмиссионные спектры излучения, испускаемого газовым облаком, которое образуется рядом с поверхностью образца метеорита при его разрушении в потоке плазмы.

В перспективе данные, полученные в ходе анализа эмиссионных спектров, позволят отследить динамику испарения определенных элементов с поверхности метеороидов. В связи с чем планируется серия экспериментов с целью проверки гипотезы о более интенсивном испарении летучих элементов и, как следствие, обогащении коры плавления нелетучими элементами, такими как платиноиды.

*Исследование выполнено за счет гранта РФФ № 24-27-00392.*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Полежаев Ю.В., Юревич Ф.Б. Тепловая защита. 1976. Москва, «Энергия», 392 с.
2. Wang L., et al. Study of Iron and Stony Meteorite Ablation Based on Simulation Experiments in an Arc Heater // *The Astrophysical Journal*. 2024. V. 962, I. 1, P. 23–39.
3. Helber B., et al. Analysis of Meteoroid Ablation Based on Plasma Wind-tunnel Experiments, Surface Characterization, and Numerical Simulations // *The Astrophysical Journal*. 2019. V. 876, I 2, P. 120–134.
4. Pittarello L., et al. Meteoroid atmospheric entry investigated with plasma flow experiments: Petrography and geochemistry of the recovered material // *Icarus*. 2019. V. 331, P. 170–178.