

УДК 533.6.011.8

Измерение тепловых потоков калориметром с покрытием из карбида кремния в дозвуковых струях диссоциированного азота

Чаплыгин Алексей Владимирович^(*)

chaplygin@ipmnet.ru

Галкин Семен Сергеевич

galkin@ipmnet.ru

Лукомский Илья Васильевич

kotoyarvi@list.ru

Колесников Анатолий Федорович

koles@ipmnet.ru

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Москва, Россия

Аннотация. В дозвуковых струях диссоциированного азота установки ВГУ-4 испытан новый датчик теплового потока с карбидокремниевой тепловоспринимающей поверхностью. Проведено сравнение тепловых потоков к медной поверхности и к поверхности с напылением из карбида кремния. С помощью трубки Пито-Прандтля измерены динамические давления на оси струи для условий экспериментов. С помощью дифракционного спектрометра Ocean Optics HR4000 зарегистрированы спектры плазмы у поверхности модели для условий экспериментов.

Ключевые слова: ВЧ-плазмотрон, теплообмен, карбид кремния, диссоциированный азот, каталитические свойства

Введение. Карбида кремния и материалы на его основе применяются в элементах конструкций, подверженных воздействию высокоэнтальпийных газовых потоков. Актуальны исследования термохимической стойкости карбида кремния и его каталитических свойств по отношению к гетерогенной рекомбинации атомов при воздействии диссоциированных газов. Подобные эксперименты могут проводиться с помощью ВЧ-плазмотронов ИПМех РАН [1]. Интересны как непосредственные испытания образцов SiC, нагретых в струях плазмы [2], так и измерения тепловых потоков калориметрическими датчиками [3]. В последнем случае часто используют проточные калориметры с тепловоспринимающей поверхностью из высококаталитического (меди, серебра) или низкокatalитического (кварца) материала. В представленной работе испытан новый датчик с карбидокремниевой тепловоспринимающей поверхностью, изготовленный методом магнетронного плазменного распыления.

Материалы и методы; результаты. Тепловые потоки измерены в дозвуковых струях плазмы чистого азота ВЧ-плазмотрона ВГУ-4, истекающих из кварцевого разрядного канала диаметром 80 мм, при давлении в барокамере 50 гПа, расходе газа 2.4 г/с, для значений мощности ВЧ-генератора от 45 до 70 кВт. На рис. 1 приведены зависимости тепловых потоков (q) от мощности ВЧ-генератора плазмотрона (N), полученные с помощью нового датчика, в сравнении с измерениями, проведенными в тех же условия калориметром с тепловоспринимающей поверхностью из меди. Также на рис. 1 приведены

соответствующие динамические давления на оси струи (p_{dyn}), измеренные трубкой Пито — Прандтля.

На рис. 2 показаны спектры плазмы азота, зарегистрированные в условиях экспериментов у лобовой поверхности медной модели, в сравнении со спектром воздушной плазмы.

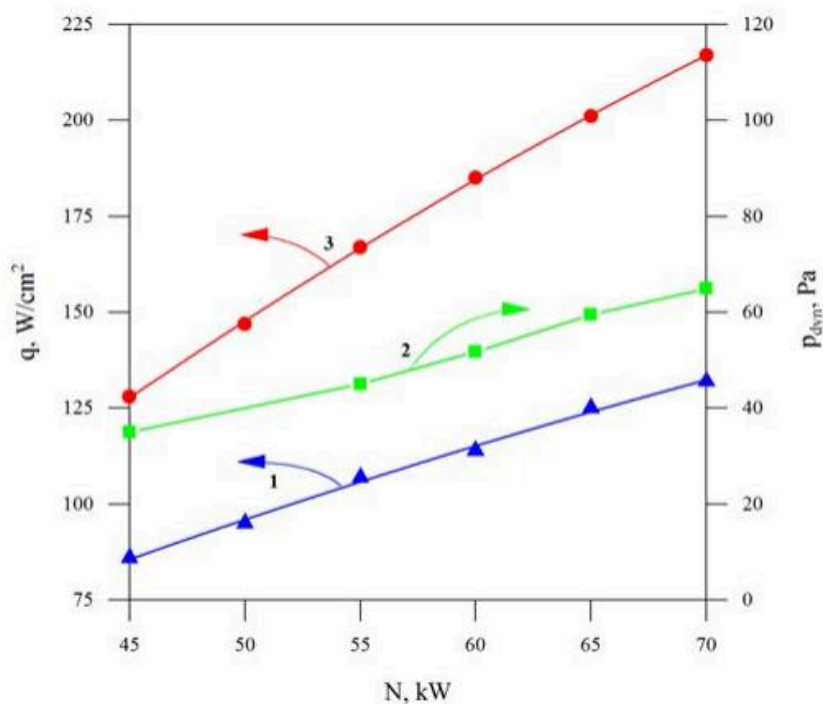


Рис. 1. Тепловые потоки q к покрытию SiC (1) и медной поверхности (3), а также динамические давления p_{dyn} (2), измеренные в дозвуковой струе диссоциированного азота установки ВГУ-4 в зависимости от мощности ВЧ-генератора (N)

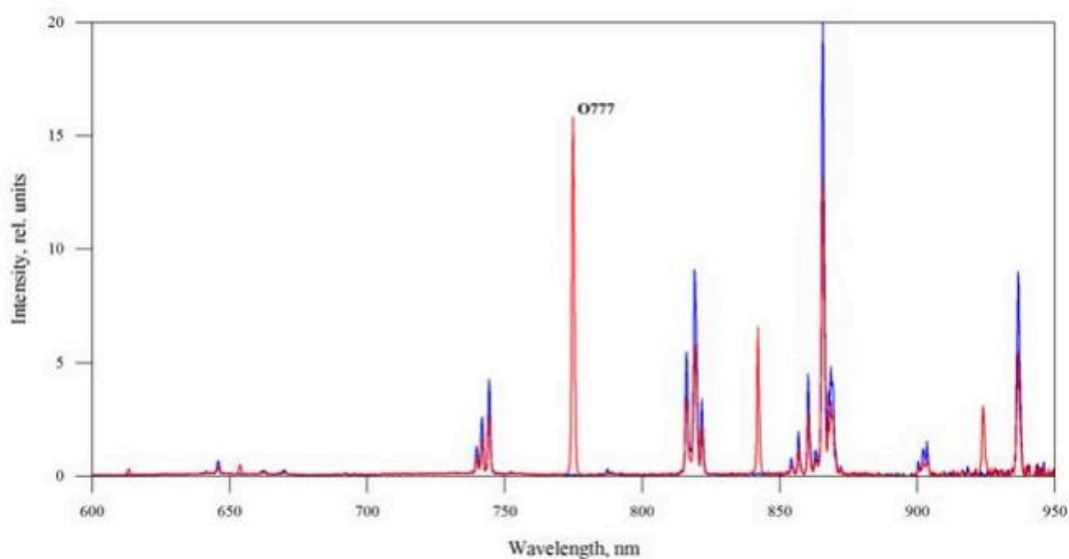


Рис. 2. Спектры плазмы воздуха и азота, зарегистрированные у поверхности медной модели с помощью дифракционного спектрометра Ocean Optics HR4000

Закключение. Результаты работы могут быть использованы для анализа сложного теплообмена спускаемых аппаратов при входе в атмосферы планет.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 22-79-10083
(<https://rscf.ru/project/22-79-10083/>) на уникальной научной установке РФ
«Высокочастотные индукционные плазмотроны ВГУ-3 и ВГУ-4»
(<https://ckp-rf.ru/usu/441568/>).

Список источников

- [1] Гордеев А.Н., Колесников А.Ф. Высокочастотные индукционные плазмотроны серии ВГУ. *Актуальные проблемы механики: физико-химическая механика жидкостей и газов: сб. тр.* Москва, Наука, 2010, с. 151–177.
- [2] Колесников А.Ф., Гордеев А.Н., Васильевский С.А. Моделирование нагрева в критической точке и определение каталитической активности поверхности для спускаемого аппарата «EXPERT». *Физико-химическая кинетика в газовой динамике*, 2010, № 9. URL: <https://chemphys.edu.ru/issues/2010-9/articles/123/> (дата обращения 15.11.2024).
- [3] Васильевский С.А., Гордеев А.Н., Колесников А.Ф., Сахаров В.И., Чаплыгин А.В. Экспериментальное и численное исследование теплового эффекта катализа на поверхностях металлов и кварца в недорасширенных струях диссоциированного воздуха. *Физико-химическая кинетика в газовой динамике*, 2018, № 19 (4). URL: <https://chemphys.edu.ru/issues/2018-19-4/articles/779/> (дата обращения 15.11.2024).

