исследование методом эмиссионной спектроскопии взаимодействия со сверхскоростным потоком воздуха объемно-центрированного разряда при инжекции пропана с добавками кислорода в донную область

Шахатов В.А., Лебедев Ю.А., Скворцов В.В.1, Иншаков С.И.1, Рожков А.Ф.1, Иншаков И.С.1

Институт нефтехимического синтеза им. Топчиева А.В. (ИНХС РАН), Россия,
 г.Москва, shakhatov@ips.ac.ru,
1Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Жуковского Н.Е. (ЦАГИ),
 Россия, г. Жуковский.

Актуальность исследования обусловлена востребованностью новых источников низкотемпературной плазмы в плазмохимических технологиях: для конверсии попутного нефтяного газа и углубления нефтепереработки; для зажигания и стабилизации воспламенения топливно-воздушной смеси в сверхскоростных потоках. Одним из необходимых этапов развития и оптимизации технологий являются исследования ввода реагентов и каталитических добавок в разрядную зону и вывода из разрядной зоны продуктов плазмохимических реакций в зависимости от механизмов химических превращений органических соединений в электрических разрядах. Особое значение приобретает развитие спектральных методов невозмущающей количественной диагностики плазмы по критерию стоимость-эффективность. Данная работа посвящена разработке спектральных методов диагностики поступательной температуры газа и распределения энергии по внутренним степеням свободы молекул и атомов - радикалов и их применение для диагностики объемно-центрированного разряда постоянного тока в высокоскоростном потоке воздуха [1]. Разряд инициируется в рабочей камере аэродинамической трубы (сила тока до 10 А, напряжение до 10 кВ) при инжекции пропана (С3H8) и пропана с малой добавкой кислорода (С3H8/O2) в донную область между электродами (анодом и катодом), образованную в результате взаимодействия электродов с набегающим сверхскоростным потоком воздуха (при числе Маха М=2 и статическом давлении 120-200 Тор и температуре газа 160 К). Для измерений интенсивности в спектре испускания из различных частей разряда применяется спектрометр HR4000CG-UV-NIR (195.63 – 1123 нм), обладающий спектральным разрешением (0.6 нм) с обратной дисперсией (18.2 нм/мм). В экспериментах записывается спектр испускания с неразрешенной электронно-колебательно-вращательной структурой с полным, либо частичным разрешением атомных линий и молекулярных полос. В спектре испускания газового разряда преобладают молекулярные полосы системы Свана C2(d3Пu-a3Пg), фиолетовой системы CN(B2Σ+→X2Σ+), системы 3360 А NH(A3П→X3Σ-), системы 3064 А ОH(A2Σ+→X2П) и атомные линии водорода Hα(λ=656.28 нм), Hβ(λ=486.13 нм), Hγ(λ=434.05 нм) серии Бальмера и кислорода OI (λ = 777.194, 777.4166, 777.539 нм и 844.625, 844.636, 844.676 нм). Для обработки спектров испускания развиваются методы неразрешенной вращательной и частично разрешенной колебательной структуры [2]. Поступательная температура газа и неравновесное распределение энергии по внутренним степеням свободы частиц (молекул и атомов) определяются из сопоставления измеренного и рассчитанного спектров испускания разряда.

Литература.

1. Скворцов В.В. Аэродинамические исследования при участии потоков синтезированной и низкотемпературной плазмы, М.: Физматлит, 2013.
2. Очкин В.Н., Спектроскопия низкотемпературной плазмы, - М.: Физматлит, 2006.