ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЯД В ПУЧКЕ МОЩНОГО МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, КАК ОСНОВА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА КОНВЕРСИИ МЕТАНА В СИНТЕЗ-ГАЗ

К.В. Артемьев1, Г.М. Батанов1, Н.К. Бережецкая1, А.М. Давыдов1, А.В. Двоенко2, Е.М. Кончеков1, И.А. Коссый1, К.А. Сарксян1, В.Д. Степахин1, Н.К. Харчев1

1Институт Общей Физики им. А.М.Прохорова РАН, Москва, Россия,
 kossyi@fpl.gpi.ru
2ООО ПЛАЗМА-Конверсия, г. Саратов, Россия, avdvoenko@gmail.com

В цикле экспериментов, проведённых в ИОФ РАН, исследован плазмохимический микроволновый реактор, в основу которого положен особый — присущий лишь микроволновому диапазону — СНС-разряд. Для разряда характерно, что он возбуждается и развивается в существенно подпороговых по отношению к самоподдерживающемуся пробою полях в газах высокого (вплоть до атмосферного и выше) давления и представляет из себя множество вытянутых вдоль микроволнового электрического поля каналов («нитей»). Каналы заполнены плазмой высокой концентрации (ne ≈ 1016 – 1017 см‑3) и отличаются высокой (Tg ≈ 3000 – 6000 K) газовой температурой.

В введённом в действие в ИОФ РАН реакторе использован мощный источник микроволнового излучения ГИРОТРОН, работающий в режиме посылок одиночных импульсов с параметрами: пиковая мощность ≤600 кВт, длина волны 0,4 см, длительность импульса ≤20 мс. Схема эксперимента и характерная фотография возбуждаемого с помощью специально разработанного локального инициатора СНС-разряда приведены на Рисунке.

Проведены исследования эффективности двух видов плазмохимической конверсии метана в синтез-газ: углекислотный реформинг: CH4 + CO2 🡪 2H2 + CO и реформинг пароводяной: CH4 + H2O 🡪 3H2 + CO. Получены следующие значения параметра, характеризующего эффективность реактора.

Для углекислотного реформинга энергетическая цена получения 1 м3 синтез-газа:

η\* ≈ 7,5 кВт час/м3

и для пароводяного реформинга:

η\* ≈ 5,5 кВт час/м3

Здесь в кВт имеется в виду средняя мощность ГИРОТРОНа, работающего в импульсно-периодическом режиме с частотой посылок 170 Гц импульсов с пиковой мощностью 400 кВт и длительностью 4 мс. Полученные результаты свидетельствуют о возможности построения высокопроизводительной (до 103 м3 синтез-газа в сутки), малогабаритной микроволновой системы, относящейся к категории востребованных современной техникой.



Рисунок