

РАСЧЕТ ГАЗОДИНАМИКИ ПЛАЗМЕННОГО ПОТОКА ДЛЯ НЕПОЛНОГО ОКИСЛЕНИЯ УГЛЕРОДА В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕ

Беспала Е.В.¹, Мышкин В.Ф.², Павлюк А.О.¹, Макаревич С.В.², Мударисов О.В.²

¹АО «ОДЦ УГР», г. Северск

²Томский политехнический университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: inovoselov@tpu.ru

Известен эффект сепарации изотопов в химической реакции между радикалами как в жидкости [1], так и в плазменных процессах [2]. Радикалы в жидкости получают путем фотолиза. В низкотемпературной плазме многие вещества находятся в радикальной форме, а степень ионизации не превышает 1–2%. Интерес к процессам в низкотемпературной газоразрядной плазме вызван неравновесностью в распределении по энергетическим уровням компонентов плазмообразующей смеси, что позволяет проводить процессы, не протекающие в равновесных условиях.

Проводили исследования процесса сепарации изотопов углерода при неполном окислении атомарного углерода во внешнем магнитном поле. Для экспериментальных исследований использовали стенд на основе одноэлектродного высокочастотного факельного (ВЧФ) разряда. Факельный разряд возбуждался в плазмохимическом реакторе, который размещался внутри цилиндрического кожуха, при помощи ВЧ генератора мощностью 4 кВт и частотой 27 МГц. Для ввода радикалов углерода в плазменный поток использовали нагреваемый разрядом графитовый электрод. Электрод разогревается до температуры испарения углерода за время 10-15 сек генерации плазменного потока. В верхней части цилиндрического кожуха располагали два патрубка для ввода плазмообразующей смеси, содержащей аргон и кислород. Содержание кислорода поддерживали на уровне, не достаточном для полного окисления паров углерода. Ориентированное перпендикулярно плазменному потоку магнитное поле 20 или 44 мТл создавалось постоянными магнитами.

Для увеличения коэффициента разделения изотопов в плазменных процессах необходимо оптимизировать параметры, оказывающие влияние на протекающие процессы. Также необходимо предпринять меры по разделению оксидов углерода от остаточного углерода. При длительном контакте продуктов плазменных процессов и исходных веществ возможно уменьшение коэффициента разделения изотопов на выходе из реактора. Поэтому исследования, связанные с изучением влияния газодинамики потоков на процесс охлаждения продуктов плазмохимической реакции при спиновой сепарации изотопов в магнитном поле в низкотемпературной плазме, являются актуальными.

Задача исследований – моделирование газодинамики высокотемпературного потока для увеличения скорости охлаждения плазменного потока.

Путем моделирования распределения скоростей потока газа при плазменном окислении изотопов углерода показано, что тангенциальная подача газа в плазмохимический реактор с ВЧФ-разрядом способствует его поджатию в осевой области и стабилизации газового потока. При увеличении расхода плазмообразующего газа возрастает скорость охлаждения продуктов плазменных процессов для цилиндрического реактора постоянного диаметра. Для увеличения эффективности целевых процессов необходимо решать задачу выбора между полнотой протекания целевых процессов и полнотой сохранения достигнутого результата.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-00382 мол_а и при финансовой поддержке гранта УМНИК № 10212ГУ/2015.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Myshkin V.F., Khan V.A., Plekhanov V.G., Izhoikin D.A., Bospala E.V, Spin isotope separation under incomplete carbon oxidation in a low-temperature plasma in an external magnetic field // Russian Phys. J., – 2015. – 57/10. – PP.1442-1448.
2. Myshkin V.F., Izhoikin D.A., Ushakov I.A., Shvetsov V.F., Physical and Chemical Processes Research of Isotope Separation in Plasma under Magnetic Field // Adv. Mater. Res., – 2014. – №880. – PP.128-133.