

ОСНОВЫ СПИНОВОЙ СЕПАРАЦИИ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Д.А. Ижойкин, В.Ф. Мышкин, И.А. Ушаков

г. Томск, Томский политехнический университет

e-mail: izhoykinda@tpu.ru

Установлено, что при плазменном окислении углерода в магнитном поле 1,2 Тл содержание изотопа ^{13}C в угарном газе возрастает с 1,1% до 1,8% [1, 2]. Проводилось моделирование плазменного окисления изотопов углерода в магнитном поле с учетом Больцмановского распределения реагентов.

В кинетике плазмохимических реакций учитывают дискретную структуру уровней энергий молекул и атомов и их функцию распределения, а также переходы между энергетическими состояниями, каналы химических реакций. При этом система уравнений химической кинетики заменяется на систему уравнений Паули. Каждое уравнение этой системы связывает скорость изменения концентрации реагентов в i -м уровне энергии с концентрациями этих молекул во всех возможных энергетических состояниях, с вероятностями перехода между состояниями, с частотой столкновения частиц и со скоростью возбуждения этих уровней [3].

Перераспределение изотопов углерода в плазменных процессах окисления обусловлено сочетанием для одного изотопа углерода совокупности частот: столкновений С и О при тепловом движении; прецессии спина валентных электронов О и С; столкновений радикалов с парамагнитными частицами без образования молекулы; столкновений атомов С между собой и с частицами сажи; столкновений радикалов С и О с химически не активными частицами с диамагнитным или парамагнитным ядром, а также скорости поперечной релаксации спинов радикалов.

При температурах менее 3600К диссоциация O_2 незначительна. Энергия активации окисления С молекулярным O_2 составляет 16,71 кДж/моль. Окисление С атомарным О не требует активации. Химически не активные частицы в низкотемпературной плазме формируют распределение спинов по их фазам прецессии. Окисление паров С в магнитном поле селективно по изотопам, а СО – нет. Моделирование показало, что теоретический коэффициент разделения превышает экспериментальный на порядок.

Литература

1. Мышкин В.Ф., Ижойкин Д.А., Ушаков И.А. Оценка изотопных эффектов при плазмохимическом окислении углерода в магнитном поле // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56, № 4/2. – С. 205–207.
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 // Advanced Materials Research. – 2014. – Vol. 880. – P. 128–133.
3. Словецкий Д.И. Механизм химических реакций в неравновесной плазме, М.: «Наука», 1980. - 313 с.