Анализ применимости спектральных методов диагностики разрядов постоянного тока по излучению триплетных состояний молекулярного водорода

Шахатов В.А., Лебедев Ю.А.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, г. Москва, Россия, shakhatov@ips.ac.ru, lebedev@ips.ac.ru

В рамках уровневой полуэмпирической СИМ водородной НТП, развитой в данной работе, выполнен анализ применимости спектральных методов диагностики по излучению триплетных состояний  (, , , , , , ,  и ) молекулы водорода в положительном столбе (ПС) тлеющего разряда постоянного тока (ТРПТ) в диапазонах изменения приведенной напряженности электрического поля 30 – 130 Тд, давления 0.3 – 15 Торр и концентрации электронов 4.0 × 109 – 6.5 × 1010 см–3.

Вторичные процессы дают наибольший вклад в рождение и гибель состояний , , ,  и  в исследуемом диапазоне изменения ,  и . Состав, количество и иерархия процессов, определяющих баланс концентраций для состояний , , ,  и  зависят от ,  и . Наименьший вклад вторичные процессы дают в рождение и гибель состояний , , ,  и . Для состояний ,  и  зависимость состава, количества и иерархия процессов, определяющих их рождение и гибель, от параметров ,  и  является слабой. Дипольные разрешенные переходы ,  и  могут применяться для спектральной диагностики ПС ТРПТ. Для состояний  и  это заключение является справедливым в ограниченном диапазоне изменения ,  и : переходы  могут быть использованы для спектральной диагностики в диапазонах 65 – 130 Тд, 0.3 – 0.9 Торр и 4.2 × 109 – 1.2 × 1010 см–3; система Фулхера  может применяться для спектральной диагностики разрядов при 0.3 – 2.5 Торр в диапазонах 60 - 130 Тд и 4.0 × 109 – 6.5 × 1010 см–3.

Механизм рождения и гибели молекул водорода в состояниях  определяется объемными столкновительно – излучательными процессами. Для метастабильного состояния  молекулы водорода необходимо, дополнительно, принимать во внимание процессы столкновительной дезактивации  на стенках реактора. Величина времени электронной релаксации заселенностей состояний , их механизмы рождения и гибели различаются при переходе от одного состояния к другому. Состав, количество и иерархия процессов, определяющих рождения и гибели состояний , зависят от времени пребывания молекул водорода в разрядной зоне.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 15-08-00070).