ВОЗБУЖДЕНИЕ МОЛЕКУЛ ВОДОРОДА В плазмЕ диполЯРНОГО РАЗРЯДА

A. Lacoste1, S. Bechu1, Ю.А. Лебедев2, В.А. Шахатов2

1Centre de Recherche, Plasma – Materiaux – Nanostructures, Grenoble, France,
 ana.lacoste@ujf-grenoble.france
2Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, г. Москва, Россия,
 lebedev@ips.ac.ru

Методом эмиссионной спектроскопии выполнены исследования функции распределения по вращательным (ФРВУ,  = 1 – 5) и колебательным (ФРКУ,  = 0 – 2) уровням молекулы водорода в возбужденном состоянии  в плазме диполярного разряда в водороде (источник плазмы в условиях электронно-циклотронного резонанса) [1]: определены значения колебательной температуры  основного состояния  молекулы водорода, вращательной  и поступательной  температур. Установлено, что измеренные ФРВУ молекулы водорода в состоянии  являются больцмановскими. Значения  лежат в диапазоне 205–325 К. ФРКУ молекулы водорода в состоянии  отличаются от распределения Больцмана. Результаты измерений ФРКУ согласуются с моделью, согласно которой возбуждение состояния  обусловлено соударениями электронов с колебательно-возбужденными молекулами водорода  в состоянии  и его радиационным распадом. Расчеты, выполненные в рамках модели: подтверждают наличие инверсии заселенности, которая наблюдается для уровня = 1 состояния ; свидетельствуют о том, что ФРКУ в основном  и возбужденном  состояниях испытывают зависимость от значений факторов Франка-Кондона для перехода . Значения , полученные с использованием факторов Франка-Кондона из [2], являются завышенными и лежат вне диапазона колебательных температур, когда-либо измеренных методами спектроскопии КАРС в ВЧ и СВЧ разрядах в водороде [3]. Это связано с проблемой корректного определения значений факторов Франка-Кондона для перехода  из [2]. Применение факторов Франка-Кондона из [3] дает разумное значение , равное 3100 ± 400 К. Оно подтверждается численным моделированием колебательной кинетики молекулы водорода. Значение  заметно выше, чем измеренные значения = 420 – 650 К. Соотношение величин  и  свидетельствуют о том, что плазма диполярного разряда является эффективным источником .

Литература

1. S. Bechu, A. Soum-Glaude, A. Bes, A. Lacoste et. al. Phys. of Plasmas. 2013. V. 20. P. 101601.
2. U. Fantz, B. Heger Plasma Phys. Control. Fusion. 1998. V. 40. P. 2023.
3. S. Bechu, A. Lacoste, Yu. A. Lebedev, V. A. Shakhatov in Proceedings of the 9th International Workshop “Microwave Discharges: Fundamentals and Applications” Cordoba, Spain, September 7–11, 2015, Cordoba: Cordoba University, 2015, p. 32.