Некоторые результаты исследования СВЧ разряда в жидких С7-С16 углеводородах

Аверин К.А., Лебедев Ю.А.

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

СВЧ-разряды в жидких углеводородах являются новым объектом исследования физики плазмы. В данной работе разряд зажигался у конца антенны, помещенной в жаропрочный стакан с жидкими С7-С16 углеводородами. Установка и спектры излучения разряда представлены в [1, 2], а результаты самосогласованного 2D моделирования представлены в [3, 4]. В такой системе образуются твердые наноразмерные углерод-содержащие частицы. В настоящей работе представлены результаты энергодисперсионного анализа твердых образцов и исследуется вопрос о том, где образуются твердые частицы.

Результаты энергодисперсионного анализа образцов показали, что образец содержат 80 – 98% углерода, 2 – 15% кислорода и до 2% меди. Концентрация углерода уменьшается, а концентрации других элементов увеличиваются с увеличением количества атомов углерода в исходной молекуле углеводорода. Присутствие кислорода в образцах объясняется его адсорбцией из воздуха, т.к. образец перед анализом находился в воздушной атмосфере. Незначительное количество меди в образцах объясняется тем, что четвертьволновая антенна, использованная для возбуждения СВЧ-разряда, была изготовлена из меди и являлась источником меди из-за эрозии антенны.

На основе анализа результатов фотосъемки разрядной кюветы после кратковременного разряда, когда еще нет разогрева углеводорода сделан вывод о том, что углеродные частицы образуются в области газового пузыря с СВЧ разрядом у конца антенны. Затем частицы переносятся в жидкость. При разогреве жидкого углеводорода в жидкости возникают вихревые потоки, и твердые частицы распространяются по всему объему.

В работе [2] было показано, что после создания в жидком *н*-гептане СВЧ разряда образуются графеноподобные твердые частицы, а в жидком углеводороде после центрифугирования и выделения дисперсной фазы появляется незначительное количество (<1%) молекул класса полициклических ароматических углеводородов, которые могут быть прекурсорами образования графеноподобных углеродных наночастиц (цвет жидкости изменяется от прозрачного в исходном н-гептане до красноватого). В то же время, анализ состава *н*-гептана до и после обработки СВЧ плазмой методом GC/MS (прибор Thermo DSQ II) показал, что изменений в составе углеводорода не наблюдается. Возможно, обнаруженные в ИК спектрах жидкости полосы полициклических углеводородов обусловлены присутствием в ней углеродсодержащих наночастиц, которые не могут быть обнаружены методом GC/MS. Первые измерения с помощью лазерного (λ = 750 нм) анализатора Zetatrac показали возможность присутствия дисперсных частиц с размером порядка 3 нм.

Литература

1. Lebedev Yu. A., Epstein I. L., Shakhatov V. A., Yusupova E. V., Konstantinov V. S. High Temperature, 2014, V. 52,p. 319.
2. Ю. А. Лебедев, В. С. Константинов, М. Ю. Яблоков, А. Н. Щеголихин, Н. М. Сурин. Химия высоких энергий, 2014, т. 48, с. 496
3. Lebedev Yu.A., Tatarinov A.V., Epstein I..L., Averin K.A. //Plasma Chem. Plasma Process. 2016. V. 36. P. 535.
4. Татаринов А.В., Лебедев Ю.А., Эпштейн И.Л. //Химия высоких энергий, 2016. Т.50. C. 149.