ЧИСЛЕННОЕ Моделирование образования газовых пузырей В жидком *н*-гептане при создании СВЧ разряда в объеме жидкости

Лебедев Ю.А., Татаринов А.В., Эпштейн И.Л., \*Мухамадиева А.Р.

ФГБУН ИНХС РАН , Москва, Россия, [lebedev@ips.ac.ru](mailto:lebedev@ips.ac.ru)  
\*МФТИ (государственный университет), Долгопрудный, Россия

Неравновесная плазма, находящаяся внутри газовых пузырей в жидкости, является объектом интенсивного исследования в последнее десятилетие [1]. Использование такие плазменных систем является эффективным средством проведения плазмохимических реакций. Настоящая работа продолжает исследования, проведенные в ИНХС РАН [2-4], и посвящена первому этапу моделирования таких систем, связанному с описанием образования паровых пузырей в *н*-гептане при внешнем атмосферном давлении. Моделируемая задача может быть представлена в следующем виде: в стакан, заполненный *н*-гептаном, с помощью коаксиальной линии вводится СВЧ энергия. На ее конце возникает плазма и происходит образования паровой области. Положение границ между жидкой и газовой фазой меняется со временем.

Для анализа процесса образования и кипения пузыря использовалась двумерная осесимметричная модель, включающая в себя систему уравнений Навье-Стокса для двухфазного дозвукого потока несжимаемой жидкости и сжимаемого газа, уравнение теплопроводности, уравнение Максвелла для СВЧ поля и уравнения баланса для концентрации электронов и для концентрации гептана в газовой фазе. Предварительно были проведены расчеты кинетики термического разложения *н*-гептана с использованием схемы реакций, разработанной в [5]. На основании полученных данных было получено соотношение для скорости брутто-реакции разложения *н*-гептана.

Расчеты позволили проследить эволюцию картины течения. В начальный момент внутри каверны задан небольшой пузырек перегретого газа. Сценарий дальнейшего процесса сильно зависит от падающей СВЧ мощности. Возможны режимы, когда пузырек пропадает, раздувается и остается на месте, или переходит в столб перегретого пара. В небольшом промежуточном диапазоне мощностей возможен режим периодического образования пузырей и их дальнейшего всплывания. Плазма в нашем случае горит только в непосредственной близости к центральному электроду. При всплывании пузыря плазма внутри него отсутствует. Температура в области вблизи центрального электрода, обусловленная поглощением СВЧ-энергии в плазме и эндотермикой реакции разложения гептана, составляет примерно 1300 К, что согласуется с экспериментальными данными [4]. По мере всплывания пузырь очень быстро остывает за счет испарения кипящей жидкости внутрь пузыря, и его температура становится примерно равной температуре кипения

Работа выполнена при финансовой поддержке  Минобрнауки РФ, проект № RFMEF157514X0060.

Литература

1. Bruggeman P., Leys C. J. Phys.D: Appl. Phys, 2009, V. 42, 053001.
2. Buravtsev N.N., Konstantinov V.S., Lebedev Yu.A., Mavlyudov T.B. Microwave Discharges: Fundamentals and Applications ed. By Yu.A. Lebedev. - Yanus-K. - 2012. -P. 167-170.
3. Ю. А. Лебедев, В. С. Константинов, М. Ю. Яблоков, А. Н. Щеголихин, Н. М. Сурин. - Химия высоких энергий, 2014, т. 48, с. 496
4. Lebedev Yu. A., Epstein I. L., Shakhatov V. A., Yusupova E. V., Konstantinov V. S. High Temperature, 2014, V. 52,p. 319.
5. Curran H.J., Gaffun P., W.J.Pitz and Westbrook K. Combustion and Flame, 1998, V.114 , 149