

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ НАРАБОТКИ ВОДОРОДА ПРИ СГОРАНИИ НАНОВЗВЕСИ АЛЮМИНИЯ В ПАРАХ ВОДЫ*

В. Б. Сторожев¹, А. Н. Ермаков²

Аннотация: Приведены результаты численного моделирования процесса наработки молекулярного водорода при сгорании нановзвеси алюминия в парах воды. Расчеты проводились на основе ранее разработанной модели сгорания ансамбля наночастиц алюминия в парах воды. Найдены зависимости от времени температуры смеси и концентраций компонентов, в том числе молекулярного водорода, при различных значениях начальных условий (температура, радиус частиц алюминия и наличие оксидной пленки на них, соотношение начальных концентраций алюминия и воды). Исследовалось также влияние на процесс горения малых добавок кислорода. Полученные данные позволяют находить условия достижения максимальной степени конверсии водяного пара в молекулярный водород при оптимальных теплофизических параметрах продуктов сгорания.

Ключевые слова: алюминий; наночастицы; горение; водяной пар; водород

DOI: 10.30826/CE24170404

EDN: RCROFO

Литература

1. Dincer I. Technical, environmental and exergetic aspects of hydrogen energy systems // *Int. J. Hydrogen Energ.*, 2002. Vol. 27. No. 3. P. 265–285. doi: 10.1016/S0360-3199(01)00119-7.
2. Арутюнов В. С. Водородная энергетика: значение, источники, проблемы, перспективы (обзор) // *Нефтехимия*, 2022. Т. 62. № 4. С. 459–470. doi: 10.31857/S0028242122040025.
3. Starik A. M., Kuleshov P. S., Sharipov A. S., Titova N. S., Tsai Ch.-J. Numerical analysis of nanoaluminum combustion in steam // *Combust. Flame*, 2014. Vol. 161. No. 6. P. 1659–1667. doi: 10.1016/j.combustflame.2013.12.00710.
4. Битюрин В. А., Климов А. И., Коршунов О. В., Чиннов В. Ф. Кинетическая модель окисления Al парами воды. Газофазная кинетика // *Теплофизика высоких температур*, 2014. Т. 52. № 5. С. 657–663. doi: 10.7868/S0040364414050032.
5. Старик А. М., Савельев А. М., Титова Н. С. Особенности воспламенения и горения композитных топлив, содержащих наночастицы алюминия (обзор) // *Физика горения и взрыва*, 2015. № 2. С. 65–92.
6. Storozhev V. B., Yermakov A. N. Combustion of nano-sized aluminum particles in steam: Numerical modeling // *Combust. Flame*, 2015. Vol. 162. No. 11. P. 4129–4137. doi: 10.1016/j.combustflame.2015.08.013.
7. Sundaram D., Yang V., Yetter R. Metal-based nanoenergetic materials: Synthesis, properties, and applications // *Prog. Energ. Combust.*, 2017. Vol. 61. P. 293–365. doi: 10.1016/j.peccs.2017.02.002.
8. Шейндлин А. Е., Битюрин В. А., Жук А. З., Залкинд В. И., Иванов П. П., Мирошниченко В. И. Алюмо-водородные МГД-генераторы электроэнергии // *Докл. Акад. наук. Энергетика*. 2009. Т. 425. № 4. С. 484–486.
9. Storozhev V. B., Yermakov A. N. Effect of suboxides on dynamics of combustion of aluminum nanopowder in water vapor: Numerical estimate // *Combust. Flame*, 2018. Vol. 190. P. 103–111. doi: 10.1016/j.combustflame.2017.11.014.
10. Storozhev V. B., Yermakov A. N. Effect on combustion of oxide coating formed on aluminum nanoparticles burned in steam // *Combust. Flame*, 2021. Vol. 226. P. 182–189. doi: 10.1016/j.combustflame.2020.11.040.

Поступила в редакцию 24.07.2024

*Работа финансировалась за счет средств бюджета Института энергетических проблем химической физики им. В. Л. Тальрозе Федерального исследовательского центра химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук. Статья основана на докладе, представленном на 11-м Международном симпозиуме по неравновесным процессам, плазме, горению и атмосферным явлениям (NEPCAR), прошедшем в Сочи (Россия) в период с 7 по 11 октября 2024 г.

¹Институт энергетических проблем химической физики им. В. Л. Тальрозе Федерального исследовательского центра химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, storozhev@chph.ras.ru

²Институт энергетических проблем химической физики им. В. Л. Тальрозе Федерального исследовательского центра химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук, auelmakov@chph.ras.ru