

использованием таких технологий, как *OpenMP*, *CUDA* и *MPI*, что позволяет использовать расчетный код как на стационарных компьютерах, так и на кластерах.

В целях верификации проведена серия компьютерных расчетов. В качестве расчетных задач были выбраны часто используемые другими авторами бенчмарк-тесты, такие как бенчмарк Такеды [1], *LRA* [2] и *C5G7* [3]. Во всех упомянутых тестах было получено хорошее совпадение с реперными значениями.

В дальнейшем планируется модифицировать разработанное программное средство для моделирования переноса гамма-квантов в системах с сильным ослаблением, а также создать теплогидравлический блок для решения сопряженных задач нейтронной физики и теплофизики, что необходимо для моделирования нестационарных процессов в реакторных установках.

Список использованных источников

1. Takeda T., Ikeda H. 3-D neutron transport benchmarks //Journal of Nuclear Science and Technology. – 1991. – Т. 28. – №. 7. – С. 656–669.
2. Kreher M. A., Smith K., Forget B. Direct Comparison of High-Order/Low-Order Transient Methods on the 2D-LRA Benchmark Problem //Nuclear Science and Engineering. – 2022. – Т. 196. – №. 4. – С. 409–432.
3. Lewis E. E. et al. Benchmark specifications for deterministic MOX fuel assembly transport calculations without spatial homogenization //Organization for Economic Co-operation and Development's Nuclear Energy Agency. – 2003.

УДК 537.566

Д.С. Баршутина, С.Н. Баршутин
Тамбовский государственный технический университет
Тамбов, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕСС ИОНИЗАЦИИ ПЛАМЕНИ

Аннотация. Рассмотрены уравнения образования радикалов в пламени метана, показана модель зависимости напряженности электрического поля от

основных параметров газовой среды пламени, построен график зависимости напряженности электрического поля от температуры пламени.

D.S. Barshutina, S.N. Barshutin

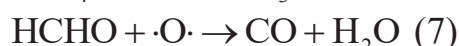
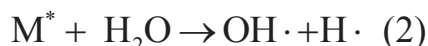
Tambov State Technical University

Tambov, Russia

INVESTIGATION OF THE MODEL OF THE EFFECT OF AN ELECTRIC FIELD ON THE FLAME IONIZATION PROCESS.

Abstract. The equations of formation of radicals in a methane flame are considered, a model of the dependence of the electric field strength on the main parameters of the flame gas medium is shown, a graph of the dependence of the electric field strength on the flame temperature is constructed.

Процесс горения углеводородного топлива сопровождается образованием радикалов, от образования которых в большой степени зависит его скорость. В случае горения метана под действием температуры молекула распадается с образованием радикалов, которые далее имеют возможность взаимодействовать с кислородом. Схема образования радикалов при горении метана может выглядеть следующим образом [1].



Из представленных уравнений часть протекает независимо друг от друга и соответственно имеют возможность параллельного протекания реакции. Другая часть реакций имеют последовательный характер. Соответственно скорость процесса горения будет определяться самой медленной реакцией. Как видно из уравнений реакций (1)-(8) процесс горения метана обладает малой степенью разветвленности. В связи с этим одним из возможных путей повышения степени образования радикалов является воздействие на зону реакции электрического поля с напряженностью, достаточной для образования радикалов. Энергия связи атома водорода с атомом углерода в метане составляет $E_{sv}=4,43\text{эВ}$. Таким образом, для разрыва связи необходимо молекуле

метана передать энергию больше или равную энергии связи атома водорода с атомом углерода.

Авторами [1] разработана модель взаимодействия электрического поля:

$$E = E_{sv} \cdot \sqrt[3]{\frac{P \cdot N_A}{R \cdot T}} \cdot \frac{\ln \left(1 - \left(\frac{P \cdot N_A}{R \cdot T} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \sigma \right)}{\ln(P_{0.5})}. \quad (25)$$

где P – давление, R – газовая постоянная, T – температура, N_A – число Авогадро, σ – сечение взаимодействия, E_{sv} – энергия связи между атомами в молекуле углеводородного топлива.

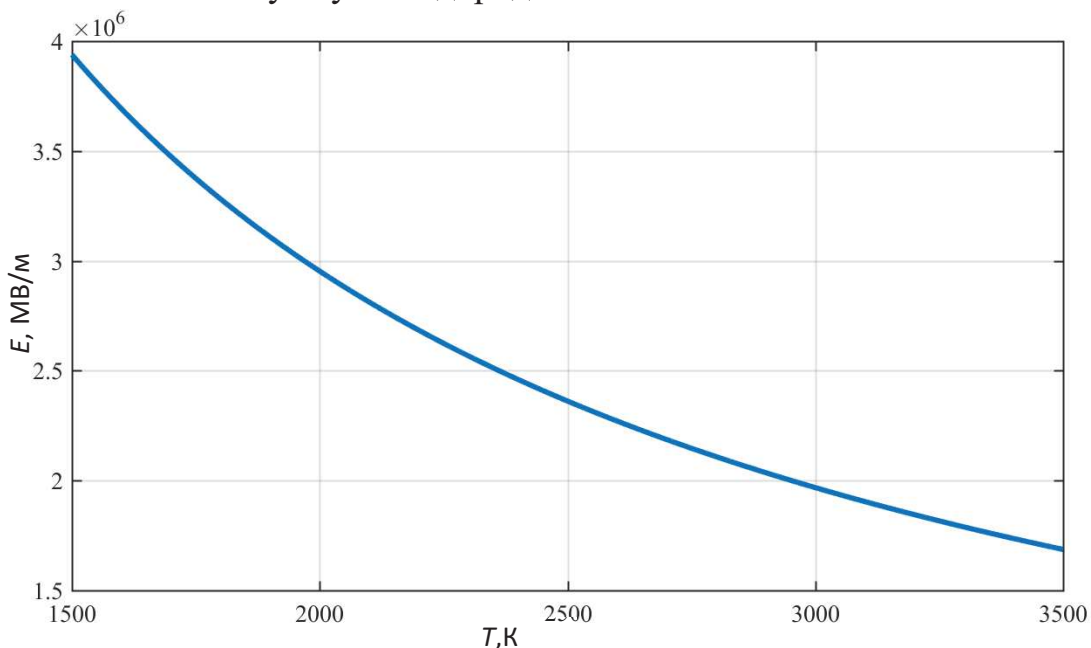


Рис.1 - График зависимости напряженности электрического поля достаточной для формирования радикалов в пламени от температуры

Анализ полученной зависимости показывает, что с увеличением температуры пламени напряженность электрического поля, которую необходимо сформировать для образования радикалов, можно снизить до величин менее 2,5МВ/м. Соответственно для межэлектродного пространства с расстоянием между электродами порядка 1 см необходимое напряжение составит 25кВ.

Список использованных источников

1. Баршутина, Д.С. Перспективы применения электрического поля для повышения эффективности получения энергии от сжигания углеводородного топлива / Д.С. Баршутина, С.Н. Баршутин //

Бутаковские чтения : сборник статей II Всероссийской с международным участием молодёжной конференции / под ред. А.С. Заворина ; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022.-С.307-310

УДК 537.568

Д.С. Баршутина, С.Н. Баршутин
Тамбовский государственный технический университет
Тамбов, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОЙ ИОНИЗАЦИИ МОЛЕКУЛ АЗОТА В ПЛАМЕНИ

Аннотация. Рассмотрены вопросы ионизации компонентов пламени, на основе распределения Максвелла разработано уравнение, которое устанавливает связь между количеством молекул, обладающих достаточной энергией для процесса ионизации и температурой пламени. Определена температура, при которой азот не подвергается ионизации.

D.S. Barshutina, S.N. Barshutin
Tambov State Technical University
Tambov, Russia

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF THERMAL IONIZATION OF NITROGEN MOLECULES IN A FLAME.

Abstract. The issues of ionization of flame components are considered, an equation is developed based on the Maxwell distribution, which establishes a relationship between the number of molecules with sufficient energy for the ionization process and the flame temperature. The temperature at which nitrogen does not undergo ionization is determined.

Традиционное топливо является на данный момент основным источником для производства тепловой и электрической энергии. Соответственно поиск путей повышения эффективности преобразования потенциальной энергии топлива в тепловую или электрическую является актуальной задачей.

Одним из способов повышения эффективности преобразования энергии является увеличение количества ионизированных состояний газообразных компонентов пламени.