

## Закономерности развития возмущений фронта горения обедненных водородно-воздушных смесей

Научный руководитель – Михальченко Елена Викторовна

*Введенский Павел Павлович*

*Студент (специалист)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Механико-математический факультет, Москва, Россия

*E-mail: paul.introduction@gmail.com*

Моделирование горения смесей водорода с воздухом представляет интерес как с точки зрения решения фундаментальных задач физики горения и детонации, так и с точки зрения приложений в ряде областей промышленности. Ввиду высоких энергетических показателей и низкого уровня выброса вредных веществ в атмосферу при горении, водород рассматривается как чрезвычайно перспективный энергоноситель для силовых и энергетических установок. Однако, использование обедненных смесей водорода с воздухом в качестве источника энергии требует тщательного исследования установления стабильных режимов горения ввиду того, что горение таких смесей подвержено влиянию развития неустойчивостей различного происхождения, что приводит к затруднению их безопасного практического применения. Анализ причин возникновения и процесса эволюции возмущений фронта пламени горения водорода с воздухом позволит обеспечить реализацию таких стабильных режимов горения, а также даст представления о фундаментальных свойствах данного процесса.

Данная работа демонстрирует характер развития возмущений фронта горения в зависимости от начальных условий исследуемого процесса. Были проведены численные расчеты развития процесса горения воздушно-водородной смеси в двухмерном проточном канале при различных начальных формах фронта, в частности был рассмотрен случай, когда на начальном фронте было задано гармоническое возмущение температуры, сам же фронт физически являлся плоским, что позволяет наблюдать развитие неустойчивости в физически невозмущенном фронте пламени. Также были проведены расчёты процесса горения цилиндрического пламени в открытом пространстве, где начальное возмущение задавалось осесимметричным возмущением температуры. По итогам анализа проведённых расчётов были получены зависимости параметров возмущений фронта от начального состояния пламени. В частности, ультраобедненные смеси с концентрацией водорода менее 10% остаются устойчивыми к мелкомасштабным возмущениям, в то время как при росте концентрации водорода темпы роста неустойчивости также увеличиваются. Кроме того, величина амплитуды начального возмущения определяет характер её развития и проявления нелинейных эффектов при росте главных гармоник возмущения.

### Источники и литература

- 1) I. S. Yakovenko, and P. P. Vvedensky Development of Flame Instability Induced by Perturbations of Finite Amplitude in Lean Hydrogen–Air Mixtures Russian Journal of Physical Chemistry B, 2025, Vol. 19, No. 6, pp. 1366–1372 DOI: 10.1134/S199079312570109X
- 2) McGrattan K., McDermott R., Hostikka S., et.al. Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 1: Mathematical Model, Tech. Rep. NIST Special Publication

1018-1, U.S. Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD (2019).DOI:10.6028/NIST.SP.1018.

- 3) K. Kuo, Principles of combustion. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: Wiley-Inter- science; 2005. ISBN 0-471-04689-2