

Учреждение Российской академии наук
Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ВОДОРОДА НА САМОВОСПЛАМЕНЕНИЕ ВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГОРЮЧИХ

Басевич В.Я., Медведев С.Н., Фролов С.М., Фролов Ф.С.

Введение

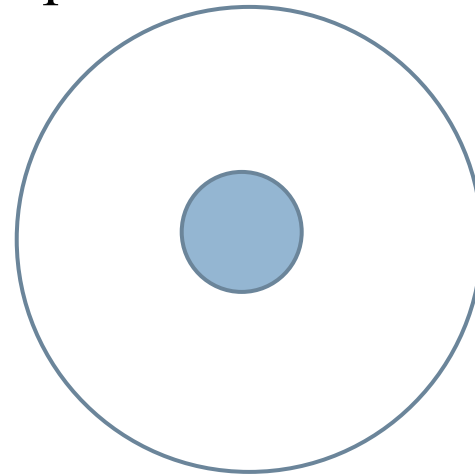
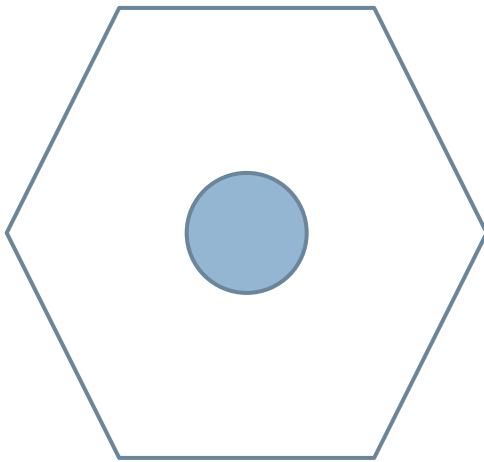
□ Предпосылки:

- Cheng R.K., Oppenheim A.K. Autoignition in methane-hydrogen mixtures // Combustion and flame. – 1984. – 58. – P. 125.
 - S. Thiessen, E. Khalil, G. Karim, The autoignition in air of some binary fuel mixtures containing hydrogen // International journal of hydrogen energy.–2010.– V.35.– P.10013.
 - Karim G.A. Combustion in gas fueled compression: ignition engines of the dual fuel type // Journal of gas turbine and power. – 2003. – V. 215. – P. 827.
 - Lyn McWilliam, Combined hydrogen diesel combustion: an experimental investigation into the effects of hydrogen addition on the exhaust gas emissions, particulate matter size distribution and chemical composition / A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy. 2008. – P. 1.
-
- Не найдено исследований по влиянию водорода на самовоспламенение и горение воздушно-капельных углеводородных смесей

Постановка задачи

3

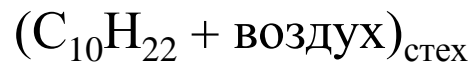
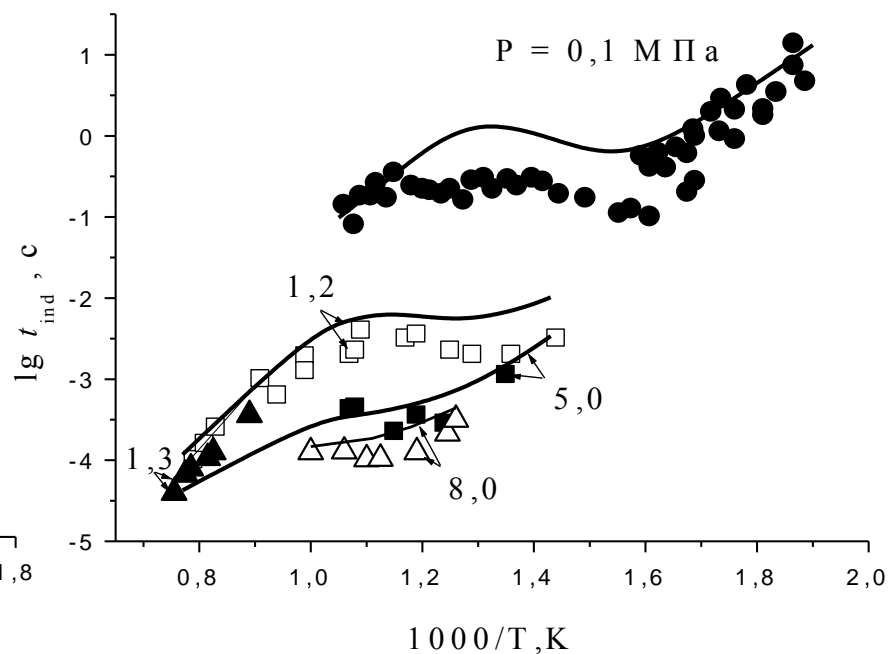
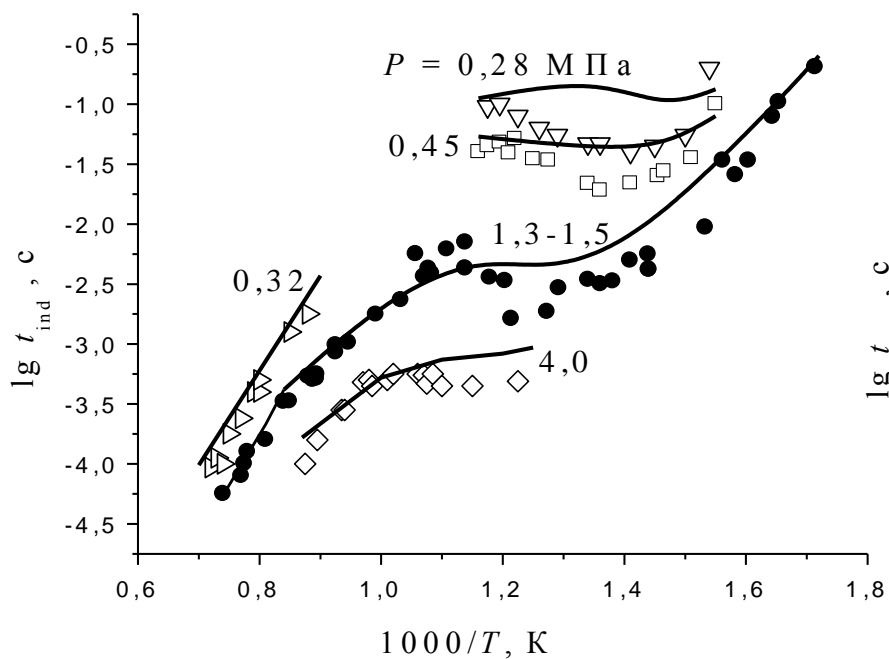
- Система уравнений для газа и жидкости:
 - Уравнения неразрывности
 - Ур-я сохранения энергии
- Учет дополнительных условий
 - Многокомпонентная диффузия
 - Испарение и тепловое расширение



Кинетическая модель

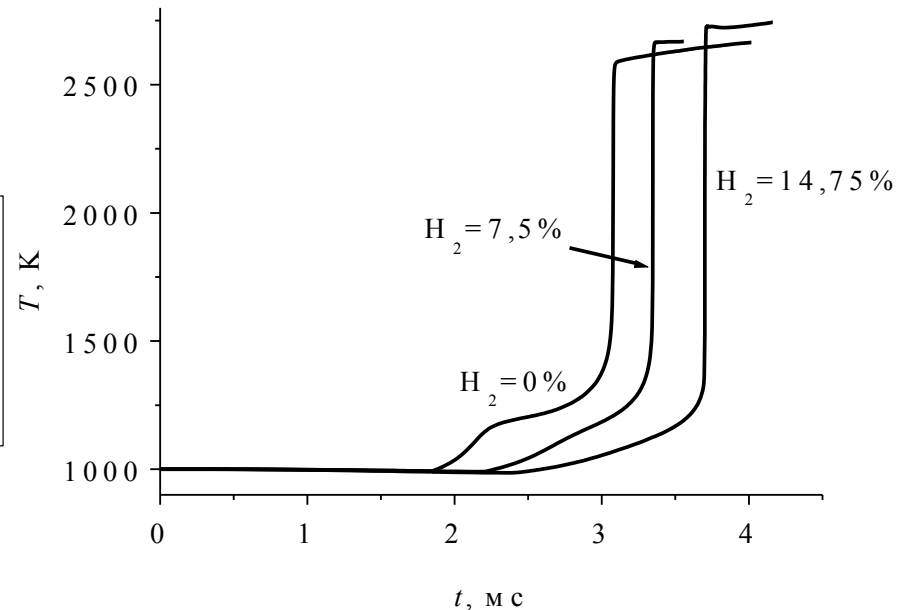
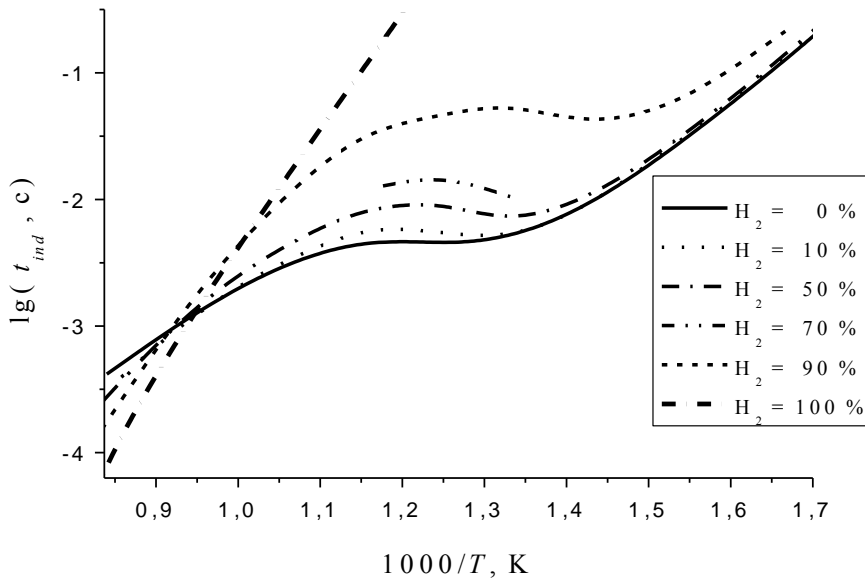
4

- 108 веществ, 1083 обратимые реакции



Влияние H_2 на самовоспламенение

5

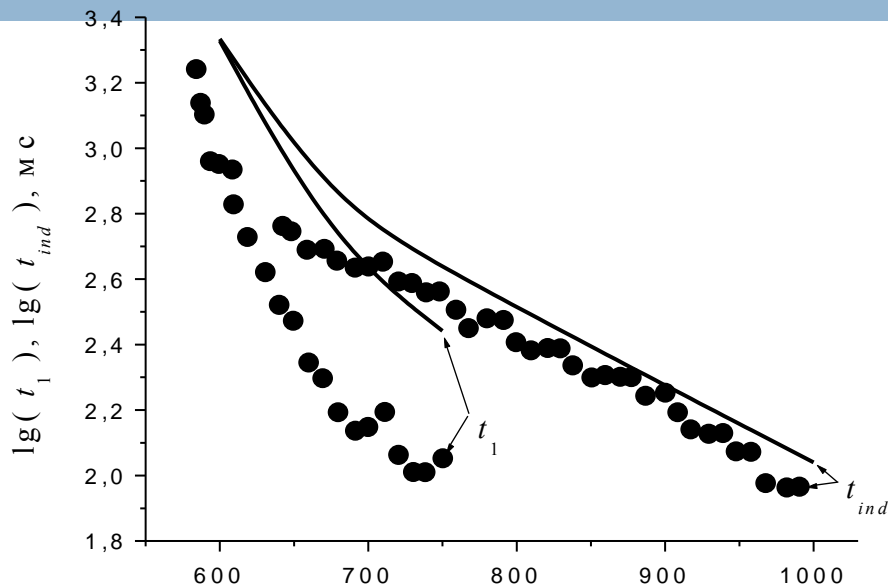


Гомогенная стехиометрическая
н-гептано-воздушная смесь.
Начальное давление $P_0 = 1,5$
МПа

Воздушная капельная
газовзвесь н-гептана: $d_0 = 60$
мкм, $T_0 = 1000 K$, $P_0 = 2,0$ МПа,
 $\Phi = 1$, $H_2 = 0,0\%$, $7,5\%$ и $14,75\%$

Расчеты самовоспламенения капель

6



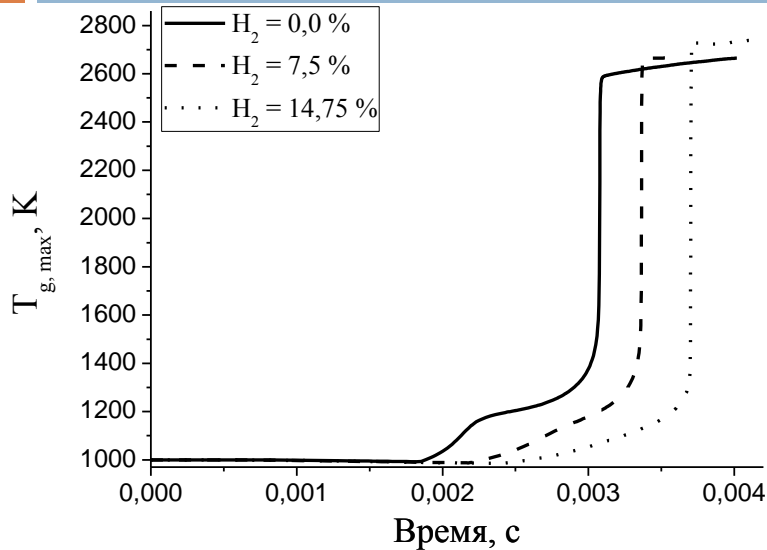
Капля н-декана в воздухе: Начальный диаметр капли $d_0 = 0,70$ мм, начальное давление $P_0 = 0,1$ МПа. Точки – эксперимент (Moriue O. 2000), кривые – расчет

самовоспламенений индивидуальных капель н-гептана при давлении $P = 0,1$ Мпа. Эксперименты Takei M. 1993, Niioka T. 1994

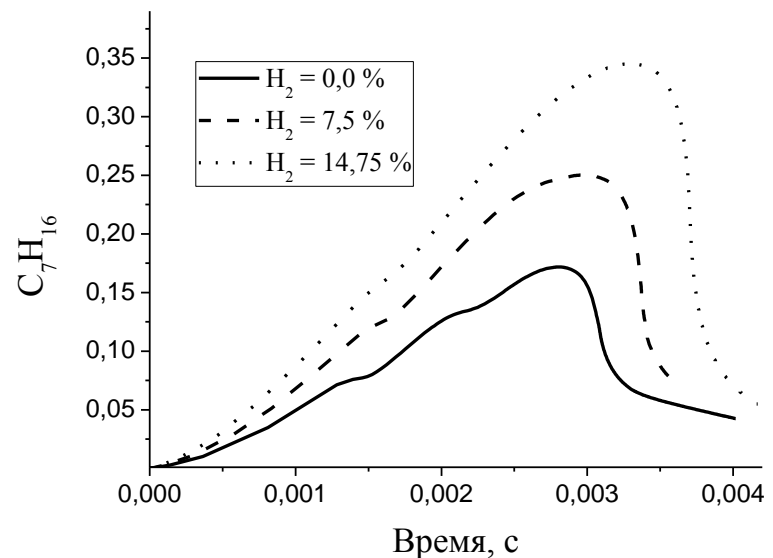
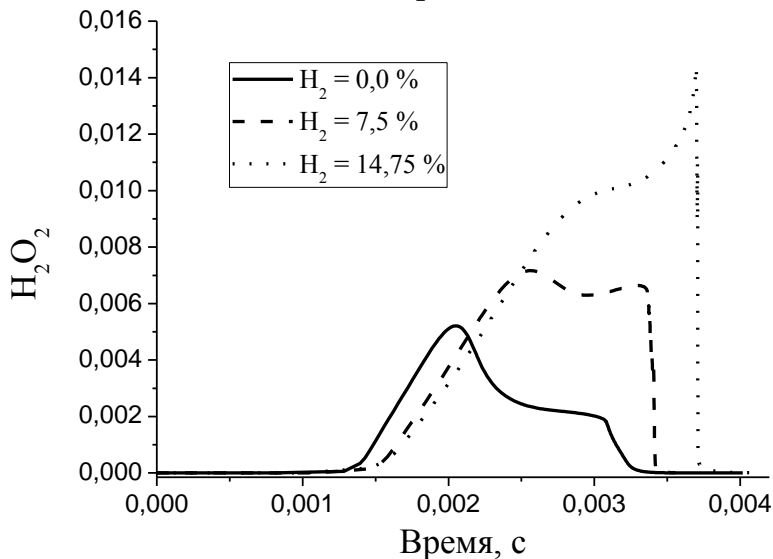
d_0 , мкм	T_0 , К	t_{ind} , с	
		Опыт	Расчет
700	1000	0.30	0.18
1000	960	0.58	0.27

Влияние H_2 на самовоспламенение

7



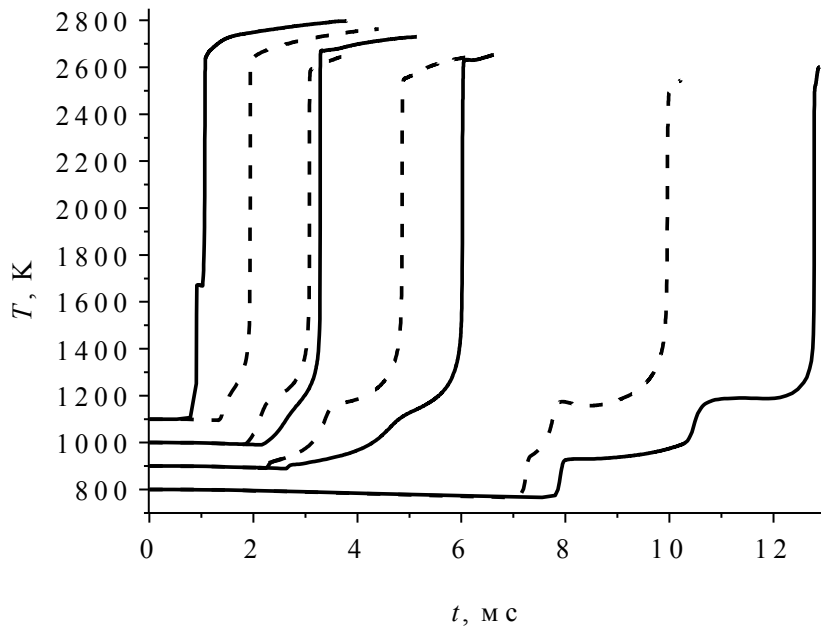
Воздушная капельная газовзвесь
н-гептана: $d_0=60$ мкм, $T_0 = 1000$ К,
 $P_0= 2,0$ МПа, $\Phi=1$,
 $H_2 = 0,0\%$, $7,5\%$ и $14,75\%$



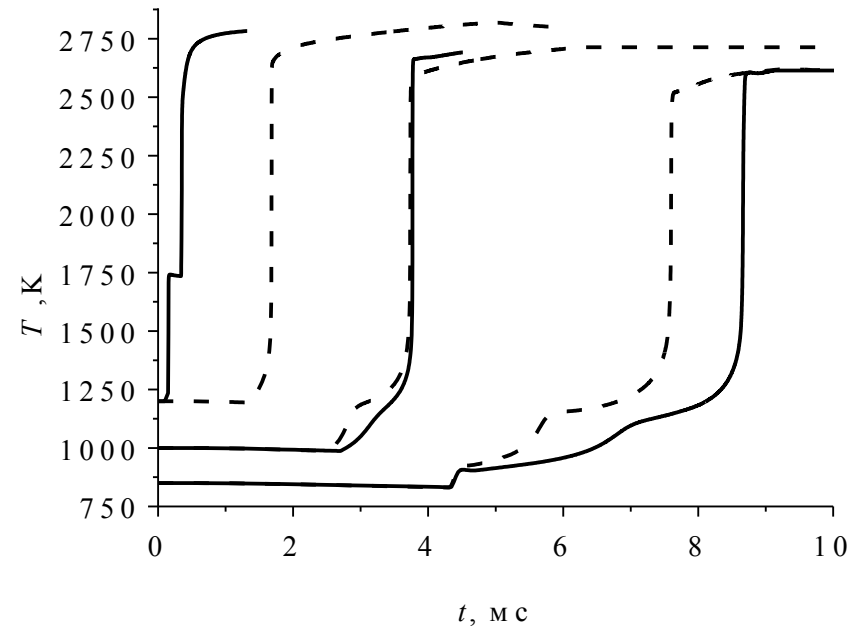
Влияние H_2 на самовоспламенение

8

н-гептан



н-декан



$d_0 = 60$ мкм, $\Phi = 1$, $P_0 = 2$ МПа. Сплошные кривые - смесь с 7,5% H_2 , прерывистые – с 0% H_2

Выводы

- Впервые проведено численное моделирование самовоспламенения и горения газовзвесей капель углеводородных горючих (н-гептана и н-декана) в воздухе без добавок и с добавками водорода.
- Показано, что реакционная способность гибридных смесей «жидкое горючее – воздух – водород» не всегда выше, чем у гетерогенной смеси «жидкое горючее – воздух».
- И в гомогенных смесях, и в гетерогенных, при $T_0 < 1050$ К задержка самовоспламенения тройной капельной смеси увеличивается с добавкой водорода, а при $T_0 > 1050$ К – уменьшается.

- Работа выполнена при поддержке РФФИ:
 - ▣ Грант 11-08-01168

- Ссылка на работу:
 - ▣ S.M. Frolov, S.N. Medvedev, V.Ya. Basevich, F.S. Frolov, Self-ignition of hydrocarbon-hydrogen-air mixtures, Int. J. of Hydrogen Energy, V. 38, 2013, P. 4177