

Влияние каталитической поверхности на границы области отрицательного температурного коэффициента при горении смесей н-пентан-воздух

Н.М. Рубцов, Б.С. Сеплярский, Г.И. Цветков, В.И. Черныш
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения
Российской академии наук

Цель работы – в условиях статической установки методом скоростной киносъемки исследовать область отрицательного температурного коэффициента ОТК (область ОТК - интервал температур, в котором при повышении температуры период задержки термического воспламенения возрастает). По настоящее время нет полной ясности в понимании природы ОТК. В работе исследовано воспламенение стехиометрических воздушных смесей н-пентана при начальных давлениях до 3 атм и температурах от 573К (300°C) до 773К (500°C) в области отрицательного температурного коэффициента в присутствии Pt катализатора. Измеряли изменение давления при воспламенении и использовали скоростную киносъемку.

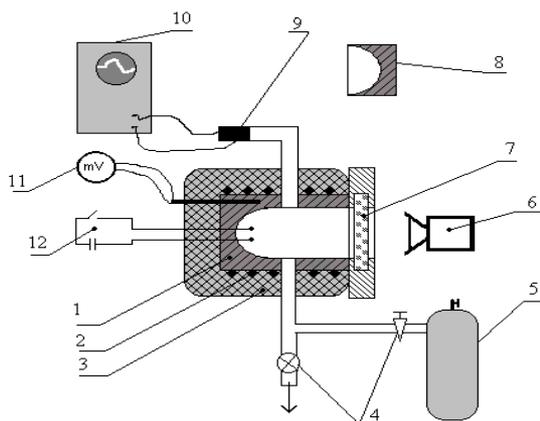
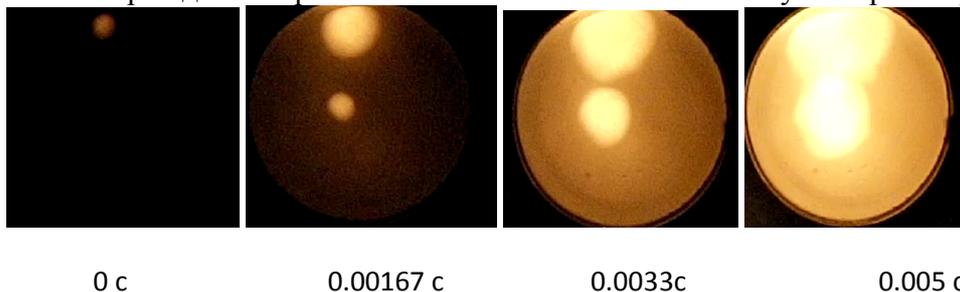


Рис.1. Схема экспериментальной установки.1-сферически-цилиндрический реактор, 2-электронагреватель, 3- теплоизоляция, 4- вентили, 5- смеситель, 6- цифровая кинокамера, 7 – оптическое окно, 8 – полусферическая вставка, 9 – датчик давления, 10 – система регистрации информации на основе АЦП и компьютера, 11 – цифровой милливольтметр, 12 – система искрового зажигания.

Напуск в реактор заранее приготовленной смеси н-пентан-воздух осуществляли с помощью электромагнитного клапана.

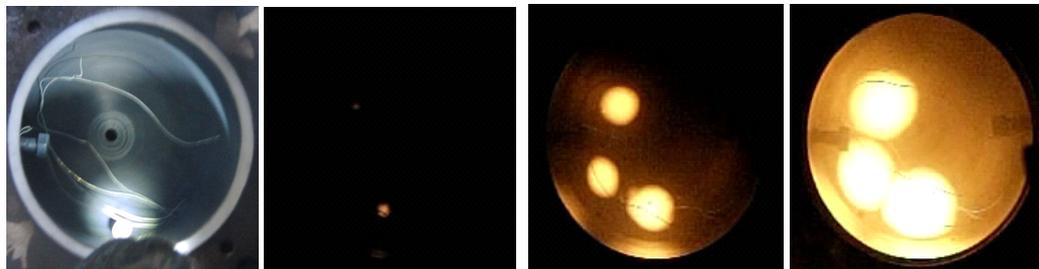
Рис.2. Зарождение и развитие очагов воспламенения в пустом реакторе.



Стехиометрическая смесь C_5H_{12} в воздухе. Начальное давление – 3 атм, температура - 639К. Частота съёмки 600 кадров/с.

Видно, что первичные очаги воспламенения возникают на стенке реактора.

Рис.3. Влияние каталитической поверхности (Pt проволоки) на воспламенение



Положение Pt
проволоки

0.0с.

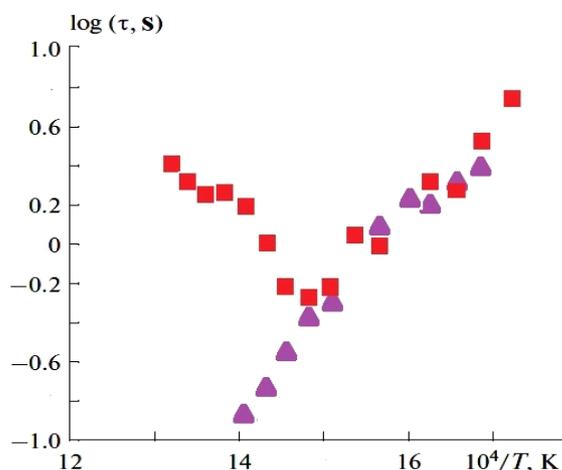
0.00167 с.

0.0033 с.

Стехиометрическая смесь C_5H_{12} в воздухе. Начальное давление – 2 атм, температура - 628К. Частота съёмки 600 кадров/с.

Видно, что первичные очаги воспламенения возникают на поверхности Pt.

Рис.4. Температурная зависимость задержек воспламенения стехиометрических смесей пентана с воздухом. Начальное давление 3 атм.



Треугольники-наличие каталитической поверхности в реакторе. Квадраты- отсутствие каталитической поверхности в реакторе.

Видно, что наличие платиновой поверхности в реакторе ликвидирует явление ОТК.

Рис.5. Осциллограмма давления при воспламенении вблизи области ОТК в отсутствие каталитической поверхности. Стехиометрия C_5H_{12} – воздух, Начальное давление 2.5 атм, Температура -687К, $\tau_{06}=0.585$ с. $\tau_1=0.275$ с.

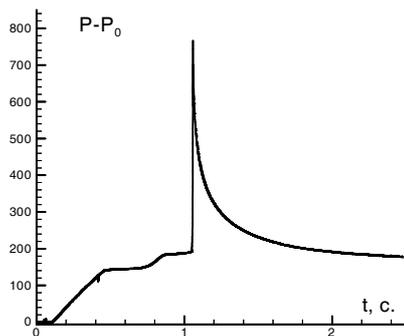
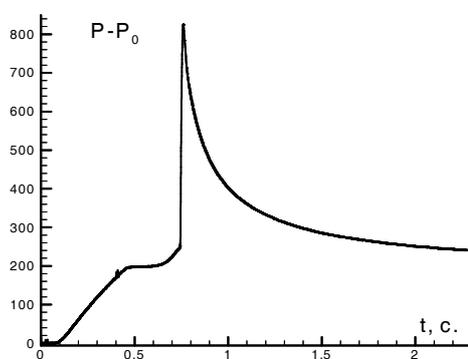


Рис.6. Осциллограмма давления при воспламенении вблизи области ОТК в присутствии каталитической поверхности. Стехиометрия C_5H_{12} – воздух, Начальное давление 3 атм, Температура -687К, $\tau_{об}=0.275$ с.



Видно, что каталитическая поверхность полностью ликвидирует стадию торможения реакции (0.87 - 1.1 с, Рис.5) после возникновения холодного пламени.

Выводы

1. В области низких температур нет заметного влияния каталитической поверхности на величину задержки воспламенения. При переходе в температурную область, в которой обычно наблюдается ОТК, наличие каталитической поверхности ликвидирует это явление.
2. Введение в реактор каталитической поверхности в виде платиновой проволоки оказывает каталитическое влияние в температурной области, характерной для появления отрицательного температурного коэффициента, в то время как в области более низких температур эта поверхность не оказывает никакого влияния на задержку воспламенения.
3. Каталитическая поверхность ликвидирует стадию торможения реакции после возникновения холодного пламени.