

химической и тепловой природы. А именно, с одной стороны, увеличение K_b возможно за счет дополнительного тепловыделения в экзотермической реакции окисления монооксида углерода до CO_2 , а с другой, большее чем стехиометрическое содержание водяного пара в потоке окислителя приводит к уменьшению величины температуры горения, и как следствие, к падению константы скорости горения.

Наличие высокой степени влияния теплового механизма косвенно подтверждается сравнением значений K_b для исследуемых топлив. А именно, во всем диапазоне изменения содержания пара X , константа скорости горения капель этанола, теплоемкость и теплота испарения которого выше чем у ацетона, оказалась несколько меньшей значения K_b для последнего.

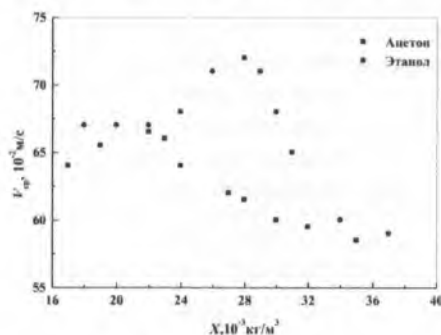


Рис.2 Зависимость скорости срыва пламени для капель ацетона и этанола от массового содержания водяного пара в потоке.

Качественно подобно функции $K_b(X)$ ведет себя и зависимость скорости срыва пламени для капель исследуемых топлив от массового содержания водяного пара в обдуваемом их потоке окислителя (рис.2). Увеличение влажности в потоке приводит вначале к увеличению скорости срыва пламени V_{sp} , а затем к ее уменьшению. Очевидная корреляция между указанными зависимостями, дополнительно подтверждается результатами измерениями температуры в зоне горения.

В работе также проверялась применимость моделей кинетики горения и срыва пламени с капли жидкого топлива в потоке окислителя. Полученные в рамках этих моделей оценки значений констант скоростей горения и скоростей срыва пламени для капель ацетона и этилового спирта, проведенные для сухого воздуха хорошо согласуются с экспериментальными данными.

РОЛЬ РОЗМІРУ КАТАЛІЗАТОРА ПРИ ГЕТЕРОГЕННОМУ БЕЗПОЛУМ'ЯНОМУ ГОРІННІ ГАЗОПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ

Калінчак В.В.¹, Черненко О.С.¹, Софронков О.Н.²,
Федоренко А.В.¹

¹Україна, Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова

²Україна, Одеський державний екологічний університет
e-mail: vakaaka@yandex.ua

В роботі представлені результати комплексних досліджень механізмів гістерезису тепломасообміну та каталітичного безполум'яного стаціонарного стійкого горіння газоповітряних сумішей з домішками водню на платинових дрітках і частинках. З врахуванням термодифузії [1] побудовано аналітичні моделі гістерезису тепломасообміну і кінетики горіння домішок горючих газів на металевій частинки (дротику) каталізатора при наявності тільки однієї односторонньої реакції в залежності від розміру нитки каталізатора та температури газоповітряної суміші.

Так на рис. 1а представлені залежності температури платинової нитки від температури воднево-повітряної суміші при різних діаметрах нитки. Тут точки і відповідають каталітичному займанню, точки е – каталітичному погасанню, точка γ – виродженню критичних умов. Зміна параметрів (в даному випадку температури суміші) між точками і

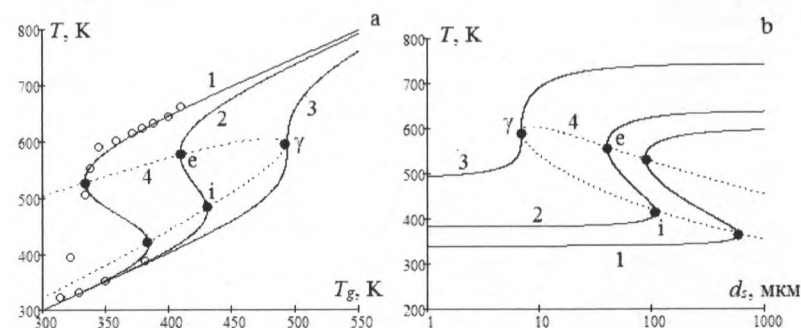


Рис. 1а. Залежність стаціонарної температури платинової нити від температури воднево-повітряної суміші. Діаметр нитки: 1) 100 мкм, 2) 25 мкм, 3) 6.5 мкм. $Sh = 0.51$. Масова частка водню 0.09 %.

Рис. 1б. Залежність стаціонарної температури платинової нити від її діаметру в воднево-повітряній суміші. Температура суміші 1) 340 К, 2) 380 К, 3) 490 К. Крива 4 – спінодаль.

та є відповідіає гістерезисній області безполум'яного окислення малих домішок горючих газів. З рис. 1а видно, що зменшення діаметру нитки при незмінних інших умовах призводить до зменшення гістерезисної області і подальшому виродженню.

Вперше в роботі [2] запропонований метод аналітичного визначення гістерезисних областей та точок виродження, який полягає в представленні шуканих залежностей режимних параметрів в параметричному вигляді. В якості параметру зазвичай береться температура нитки каталізатора. Якщо критичні умови (займання і погасання) відповідають рівності нулю першій похідній по температурі, то умови виродження – додатково рівності нулю другої похідної.

Таким чином, можна знайти аналітичну залежність (спінодаль), що описує всі критичні точки (рис. 1а, b, крива 4), в тому числі і точки виродження. Як показано в [1], вплив термодифузії водню суттєвий тільки при каталітичному горінні газів і при погасанні. На критичні умови запалення і самоспалахування цей вплив малий. Тому в рамках запропоновано методу доволі легко отримати в явному вигляді значення діаметру та температури нитки каталізатора, температури суміші, що відповідають виродженню критичних умов:

$$T_{|_{\gamma}} = \frac{T_E}{2} \sqrt{\left(\frac{T_Q Y_F / T_E}{1 + T_Q Y_F / T_E} \right)}, \quad T_E = \frac{E}{R}, \quad T_{g|_{\gamma}} = \frac{T_E}{2} \left(\sqrt{\left(\frac{1 + T_Q Y_F / T_E}{T_Q Y_F / T_E} \right)} + 1 \right)^{-1},$$

$$T_Q = \frac{Q_F Le^{1-m}}{c_{p,g}}, \quad d_{|_{\gamma}} = \frac{D_a Sh}{k_0} \cdot \frac{1 - 2T_{|_{\gamma}} / T_E}{1 + 2T_{|_{\gamma}} / T_E} \exp \left(\sqrt{\frac{4T_E (1 + T_Q Y_F / T_E)}{T_Q Y_F}} \right).$$

Отримані значення є визначальними для планування роботи термохімічних сенсорів малих домішок газів.

Література

1. Калінчак В. В., Черненко О. С., Софронков О. Н., Федоренко А. В. Вплив термодифузії на границі гістерезису каталітичного горіння домішок водню на платиновому дротіку // Фізика і хімія твердого тіла. – 2017. – Т. 18, № 1. – С. 52-57.
2. Kalinchak V. V., Chernenko A. S. and Kalugin V. V. Influence of catalyst particle size on the critical conditions of catalytic oxidation of gases // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2014. – Vol. 87, №. 2. – P. 325-332.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В ВОЗДУХЕ В ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУР 250-625°C

Копыт Н.Х., Копыт Н.Н., Калинин В.В., Черненко А.С.

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, г. Одесса, 65082, Украина
nikkopyt@gmail.com

Представлены основные результаты экспериментальных и теоретических исследований процессов окисления железа в области температур от 250 до 625°C выполненных в ОНУ имени И.И. Мечникова. Проведено экспериментальное определение зависимости толщины оксидной пленки от температуры.

Для изучения окисления использовался метод интерференционной индикации, основанный на линейной оптике и позволяющий, не измеряя прямым способом толщину оксидной пленки, определить кинетические характеристики процесса. Исследования проводилось с помощью горизонтальной трубчатой печи из кварцевого стекла на пластинках железа марки ЖЧК-2 и размерами 20x10x1 мм. Нагревательные элементы располагались с двух концов трубки, между ними находилась обзорное окно. Боковые отверстия трубки закрывались шамотовыми пробками. Образцы обезжиривались если высушивались. Толщина пленки оценивалась по цветам побежалости.

При проведении исследований время появления цветов побежалости при температурах ниже 200°C измерялась часами и днями. Электронографические исследования интерференционно окрашенных оксидных пленок, выращенных при температурах 250 – 400°C показали, что основными составляющими оксидных пленок независимо от температуры образования и толщины является оксид $\alpha - Fe_2O_3$. Впервые для этой области температур определена константа окисления, которая возрастает с ростом температуры, и кажущаяся энергия активации $E = 20,7 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$. Как показали экспериментальные исследования, окисление при температурах 253°C и ниже является довольно сложным и усложняется образованием двух видов оксидов. Электронографические исследования показали, что происходит образование оксида $\alpha - Fe_2O_3$, а также Fe_3O_4 , что и приводит к существенному понижению скорости роста пленки. Выполненные экспериментальные исследования в области температур 250 – 400°C подтвердили логарифмический закон окисления. Нами впервые получено значение константы окисления в логарифмическом законе и