

ISSN 0453-8307

ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ

ХVІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ
УЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ
(14 квітня 2017 р.)

Збірник наукових праць
Секція 2: «Теплофізика, теплоенергетика, наноматеріали та
нанотехнології»



ОДЕСА 2017

УДК 547; 37.022

Еколого-енергетичні проблеми сучасності / Збірник наукових праць всеукраїнської науково - технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, 14 квітня 2017 р. – Одеса, Видавництво ОНАХТ, - 2017р. – 77 с.

Збірник включає наукові праці учасників, що об'єднані по темам: теплофізичні проблеми в різних галузях науки і техніки; енергетика і енергозбереження в сучасних виробництвах.

Матеріали подано українською, російською та англійською мовами.

ISSN 0453-8307 © Одеська національна академія харчових технологій

ОСОБЕННОСТИ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ И ГОРЕНИЯ ГАЗОВЗВЕСЕЙ УГЛЕРОДНЫХ ЧАСТИЦ

Лисянская М.В., студентка 4 курса физического факультета
Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова

Актуальность исследований высокотемпературных режимов теплообмена и химических превращений диспергированного углеродного топлива обусловлена необходимостью разработок эффективных методов его использования в различных технологических процессах. В металлургическом производстве, топливной энергетике углеродное топливо используется в виде газозвеси. Целью данной работы является изучение закономерностей воспламенения, горения и потухания двухфракционной газозвеси углеродных частиц, как частного случая полидисперсного топлива, с размерами частиц, которые отличаются между собой в несколько раз.

В работе проведено физико-математическое моделирование высокотемпературного теплообмена и кинетики химических превращений газозвеси углеродных частиц. Для расчетов выбрана двухфракционная газозвесь с диаметрами частиц: мелкой фракции - $d_{b1}=50\text{мкм}$, крупной фракции - $d_{b2}=150\text{мкм}$ и равными массовыми концентрациями фракций (C_m). Определялись такие характеристики: период индукции, время и температура горения частиц, критические температуры и диаметры, определяющие воспламенение и потухание.

На рис.1 представлены временные зависимости температур и диаметра частиц каждой из фракций. После воспламенения температура частиц увеличивается (рис. 1а), достигает максимального значения (T_{\max}), а затем уменьшается вследствие роста теплового потока от частиц к газу. Последнее является причиной потухания частиц при достижении ими критического диаметра потухания. Время от момента возгорания до момента потухания определяется как время горения частицы.

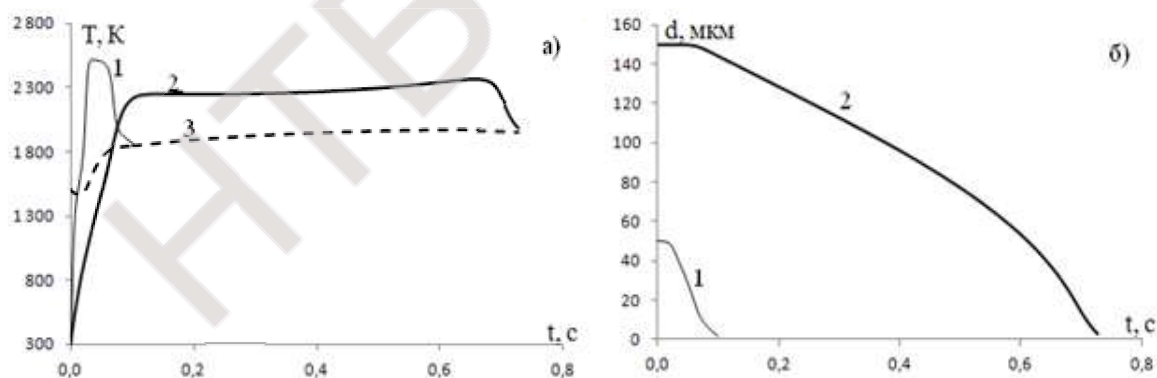


Рис. 1. Зависимость температуры (а) и диаметра частиц (б) газозвеси от времени: 1 – $d_{b1}=50\text{ мкм}$, 2 – $d_{b2}=150\text{ мкм}$, $C_{m1}=C_{m2}=0,0122\text{ кг/м}^3$, 3 – температура газа в объеме газозвеси. Температура окружающего газа $T_g=1500\text{ К}$.

Анализ рис. 1а и 1б показывает, что сначала происходит воспламенение и выгорание мелкой фракции. Это приводит к повышению температуры газа, улучшает условия для воспламенения частиц крупной фракции. Частицы крупной фракции загораются незадолго до момента потухания мелких частиц. На протяжении выгорания мелкой фракции концентрация окислителя значительно уменьшается, так что воспламенение и горение крупных частиц происходит при низких ее значениях. В результате скорость выгорания

крупных частиц меньше, чем мелких (рис. 1б). Температура горения крупной фракции более чем на 100 градусов ниже (рис. 1а).

Проведем сравнительный анализ (таблица 1) характеристик высокотемпературного теплообмена двухфракционных и монофракционных газовзвесей мелких и крупных частиц с той же массовой концентрацией, что и двухфракционная система ($C_{mb} = 0,0244$ кг/м³). Видно, что в условиях двухфракционной газовзвеси воспламенение крупных частиц происходит раньше, чем в условиях монозвеси, и тем значительнее этот эффект, чем больше диаметр частиц. Уменьшение периода индукции частиц крупной фракции в двухфракционных системах по сравнению с периодом индукции монозвеси частиц этого же размера происходит благодаря повышению температуры газа в результате выгорания мелкой фракции (рис. 1а).

Результаты, представленные в таблице 1, приводят к выводу, что время горения (t_{bur}) частиц в условиях двухфракционной системы для мелкой фракции ($d_{b1} = 50$ мкм) существенно уменьшается, а для крупной фракции ($d_{b2} = 150$ мкм) несколько увеличивается по сравнению со временем горения частиц этих же размеров в виде монозвесей с той же массовой концентрацией. Значительное уменьшение времени горения мелких частиц в условиях двухфракционной системы объясняется тем, что в химической реакции на начальном этапе горения задействована только половина топлива (мелкая фракция), температура частиц крупной фракции еще недостаточная для протекания химических реакций (рис. 1а). Поэтому окислителя на этой стадии больше, чем в условиях монозвеси, что приводит к увеличению скорости горения, и, как следствие, уменьшению времени горения. Потухание мелких частиц в двухфракционной системе имеет четко выраженный характер, а в монодисперсных газовзвесах является вырожденным, в связи с повышением температуры газа и уменьшением разницы температур частиц и газа.

Таблица 1.

Характеристики воспламенения, горения и потухания монодисперсных газовзвесей с массовой концентрацией $C_m = 0,0244$ кг/м³ и двухфракционных газовзвесей с равными массовыми концентрациями крупных и малых частиц ($C_{m1} = C_{m2} = 0,0122$ кг/м³) при $T_g = 1500$ К.

Характеристики	Монодисперсная газовзвесь		Двухфракционная газовзвесь	
	50	150	50-150	
$d_b, \text{мкм}$	50	150	50-150	
$t_{ind}, \text{с}$	0,026	0,086	0,023	0,065
$t_{bur}, \text{мс}$	0,075	0,592	0,045	0,638
$d_E, \text{мкм}$	6,6	13,1	13,3	12,3
$T_{max}, \text{К}$	2473	2297	2521	2360

Анализ таблицы 1 показывает, что максимальная температура горения (T_{max}) двухфракционной газовзвеси выше, чем монофракционной той же массовой концентрации, как для крупных, так и мелких частиц. Диаметры частиц при потухании (d_E) практически одинаковы, за исключением диаметра потухания монозвеси мелких частиц.

Таким образом, доказано, что уменьшение периода индукции частиц крупной фракции в случае двухфракционной газовзвеси относительно периода индукции монозвеси частиц этого же размера происходит благодаря повышению температуры газа в результате выгорания мелкой фракции. Существенное увеличение времени горения мелких частиц в условиях монодисперсных газовзвесей объясняется уменьшением концентрации окислителя на стадии воспламенения частиц.

Научный руководитель – к. физ.-мат. наук, доцент Орловская С.Г.
Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова

ГЛОСАРІЙ

<i>Андерсон О.Ю.</i>	3	<i>Мауогана Е.І.</i>	9
<i>Артёменкова В. О.</i>	4	<i>Макеева Е.Н.</i>	50
<i>Артюхов В.М.</i>	52	<i>Мандрійчук О.М.</i>	59
<i>Бабой Є.О.</i>	6	<i>Манойло Є.В.</i>	16
<i>Бондаренко А.А.</i>	7	<i>Мансарлійський О.М.</i>	38
<i>Вілаіко Үи</i>	9	<i>Мацько Б.С.</i>	41
<i>Варвонець М. Д.</i>	11	<i>Мукминов И.И.</i>	43,20,18
<i>Вороненко А.А.</i>	13	<i>Нижніков А.А.</i>	44
<i>Вороненко Ю. Є.</i>	15	<i>Никитин И.Ю.</i>	46
<i>Годунов П. А.</i>	17	<i>Николаев И.А.</i>	48
<i>Грубнік А.О.</i>	18	<i>Овсянник А.В.</i>	50
<i>Григор'єв О. А.</i>	20	<i>Павлів Л.В.</i>	52
<i>Далицинська Л.С.</i>	21	<i>Петрик А.А.</i>	53
<i>Іванов В.В.</i>	22	<i>Радуш М.С.</i>	54,*
<i>Іванов С. С.</i>	24	<i>Радуш Д.С.</i>	55
<i>Івахнюк Н.А</i>	13	<i>Рудкевич І.В.</i>	57
<i>Жуков Р.О.</i>	25	<i>Руденок М.В.</i>	59
<i>Заяц А.С.</i>	27	<i>Саянная Я.Ю.</i>	60
<i>Калинин Е.А.</i>	48	<i>Солодка А.В.</i>	62
<i>Кньшук А.В.</i>	43,20	<i>Тодосенко А.В.</i>	64
<i>Koval I.Z.</i>	29	<i>Трошев Д.С.</i>	65
<i>Ковтуненко Л.І.</i>	30	<i>Үakibouski S.F.</i>	9
<i>Козловская И.Ю.</i>	31	<i>Філіпенко О.О.</i>	67
<i>Колесниченко Н.А.</i>	32	<i>Чернов А.А.</i>	69
<i>Красінько В.О.</i>	57	<i>Чорнокінь Е.О.</i>	70
<i>Левицька О.Г.</i>	36	<i>Шаповал І.О.</i>	59
<i>Лукьянова А.С.</i>	22,55	<i>Шкороподо М.С.</i>	7
<i>Лисянская М.В.</i>	34	<i>Шостік Д.І.</i>	71
<i>Ляшенко К.І.</i>	71	<i>Yunoshev N.</i>	73
<i>Магурян Н. С.</i>	36		

**ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ
ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ**

**ХVІІ ВСЕУКРАЇНСЬКА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА
СТУДЕНТІВ
(14 квітня 2017 р.)**

**Збірник наукових праць
Секція 2: «Теплофізика, теплоенергетика, наноматеріали та
нанотехнології»**

НТБ ОНАХТ

Підписано до друку 12.04.2017 р. Формат 60x84 1/16.
Гарн. Таймс. Умов.- друк. арк5,1. Тираж 20 прим.
Замовл. №.791
ВЦ «Технолог»