

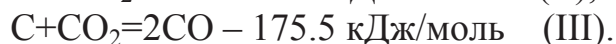
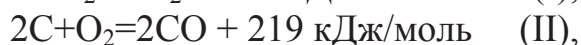
ВЛИЯНИЕ ЭНДОТЕРМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА С УГЛЕРОДОМ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИСТЕРЕЗИСА ТЕПЛОМАССООБМЕНА, ГОРЕНИЯ И САМОПРОИЗВОЛЬНОГО ПОГАСАНИЯ ПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ ЧАСТИЦ В ХОЛОДНЫХ АЗОТНО-КИСЛОРОДНЫХ СМЕСЯХ.

**Калинчак В.В., Черненко А.С., Калугин В.В., Билинская К.А.,
Зуй О.Н.**

*Украина, Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова,
кафедра теплофизики*

Важным, с точки зрения теплоэнергетики, энергосбережения, охраны окружающей среды и экологии, является исследование механизмов высокотемпературного тепломассобмена (ТМО) и кинетики химических превращений, критических режимов зажигания и погасания частиц коксов углей в холодных азотно-кислородных газовых смесях ($T_{g\infty} = T_w = 293 \text{ K}$). Малоизученным и важным остается влияние теплообмена излучением, пористой структуры угольной частицы, стефановского течения и схемы принимаемых реакций. Для получения информации о температуре и времени горения частицы, характеристик самопроизвольного погасания необходимо знать гистерезисные режимы ТМО, связанные с критическим значением начальной температуры частицы, которое определяется размером частицы, концентрацией окислителя и пористостью частицы.

Химическое взаимодействие углеродной частицы с кислородом сухого воздуха можно представить в виде следующих гетерогенных реакций:



В работе на примере кокса частиц антрацита АШ с удельной поверхностью пор $3 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ приведен анализ временных зависимостей температуры и диаметра движущейся частицы в азотно-кислородной смеси равного состава комнатной температуры (рис.1).

Сравнение нестационарных и стационарных зависимостей температуры частицы от ее диаметра дает возможность определить температуру зажигания для данных условий, диаметр d_{e1} и плотность ρ_{e1} частицы при ее самопроизвольном погасании (рис. 2). Для зажигания частицы необходимо целенаправленно повысить начальную температуру частицы выше критического значения, что иллюстрирует

наличие гистерезиса ТМО. Влияние реакции (III) на условия зажигания углеродных частиц можно пренебречь.

Учет эндотермической реакции окисления углекислого газа приводит к понижению максимальной температуры горения (для диаметра 100 мкм уменьшение составляет немного больше 200 К). Наиболее существенно это наблюдается для частиц с диаметром менее 1 мм. Время высокотемпературного окисления незначительно увеличивается, а период индукции не изменяется. Именно за счет уменьшения температуры частицы, самопроизвольное погасание происходит при большем диаметре, чем в случае не учета реакции (III).

При горении диффузионно-кинетическое отношение (число Семенова) $Se > 5$, а в критической точке зажигания $Se \approx 1$, что говорит о существенной роли массопереноса окислителя к поверхности частицы.

Теплопотери на излучение, помимо объяснения экспериментальных данных по увеличению температуры горения с уменьшением диаметра, определяют верхний по диаметру предел области зажигания ($d_{e1} < d < d_{e2}$) и предельное минимальное значение концентрации окислителя $C_{a,min}$, необходимое для зажигания частицы, что подтверждается экспериментально.

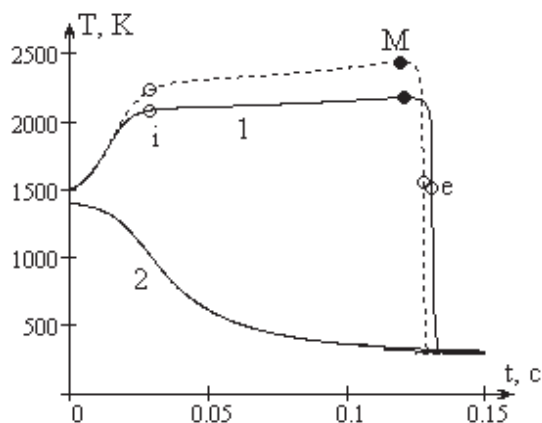


Рис. 1. Гистерезис ТМО в виде временных зависимостей температуры движущейся пористой углеродной частицы при различных начальных температурах: 1) $T_b = 1500$ К, 2) $T_b = 1400$ К. ($d_b = 100$ мкм, $T_{g\infty} = T_w = 293$ К; $C_{O_2\infty} = 0.50$). d_e – критический диаметр погасшей частицы.

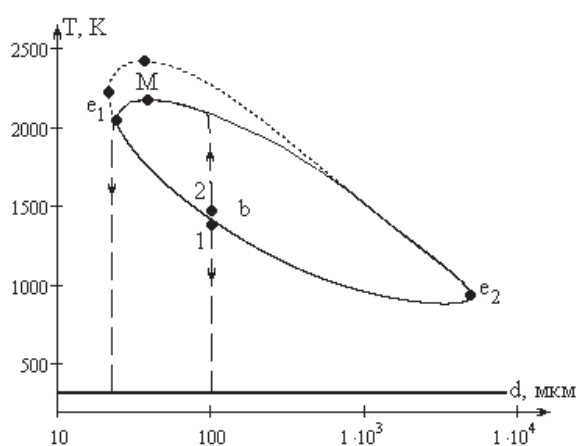


Рис. 2. Гистерезис высокотемпературного ТМО в виде зависимости стационарной температуры от диаметра частицы: $T_{g\infty} = T_w = 293$ К, $C_{O_2\infty} = 0.50$.

Нестационарные зависимости (пунктир): $d_b = 100$ мкм, 1) $T_b = 1400$ К, 2) $T_b = 1500$ К.

Сплошная – учет реакций (I), (II) и (III), точечная – реакций (I) и (II).