

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 536.46

**УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
СПЕКТРА ИЗЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ  
КОНДЕНСИРОВАННЫХ СИСТЕМ В ДИАПАЗОНЕ 0,5—8 МК**

*Е. Л. Давидчук, В. М. Мальцев*  
(Москва)

Факел пламени конденсированных систем характеризуется соответствующим распределением и размерами зон горения. Изучение зон горения может быть выполнено с помощью спектроскопии. Основные продукты и полупродукты горения представляют собой двух- и трехатомные молекулы. Принимая во внимание температуры, развиваемые в пламенах конденсированных систем, целесообразно выбрать диапазон ближнего инфракрасного излучения пламени для идентификации продуктов и полупродуктов горения конденсированных систем и установления распределения их по высоте факела пламени.

Описываемая ниже установка позволяет исследовать спектры пламен конденсированных систем по зонам горения в диапазоне 0,5—8 м и широком интервале давлений от 10 тор до 100 атм со скоростью до 100 спектров в секунду.

Установка состоит из следующих частей (рис. 1). Объем 4 служит для сжигания образца пороха 5. В диапазоне давлений 10—750 тор этим объемом служит стеклянный колокол с окнами из  $\text{CaF}_2$  для выведения наружу инфракрасного излучения пламени. Для давлений 1÷100 атм применяется бомба постоянного давления с окнами из  $\text{CaF}_2$ .

Излучение эталонного излучателя абсолютно черного тела 1, применяемого для калибровки системы и получения спектров поглощения

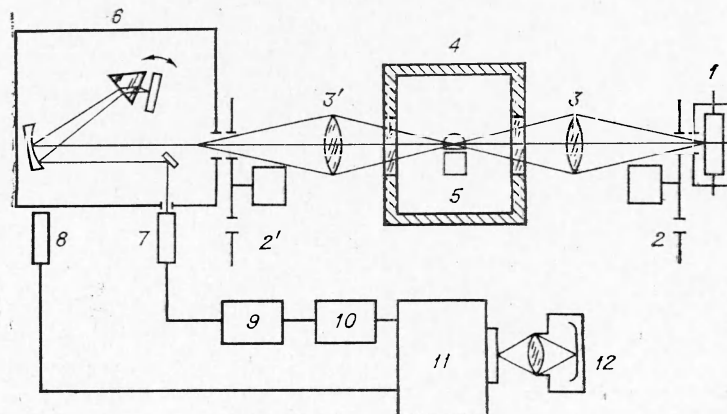


Рис. 1.

пламен, с помощью оптической системы 2—2' проецируется на расположенную горизонтально входную щель сканирующего монохроматора 6. При послойном горении образца пороха зоны горения перемещаются в плоскости входной щели сканирующего монохроматора снизу вверх параллельно ей и последовательно заполняют входную щель. Монохроматизированное излучение пламени или эталона АЧТ за выходной щелью монохроматора попадает на чувствительную площадку фотоспротивления 7.

Сигнал с фотоспротивления усиливается предусилителем 9, затем усилителем резонансной частоты 10 и попадает на вход одного из лучей двухлучевого осциллографа 11. Сигнал с реперного устройства, указывающего длину волны излучения, регистрируется ФЭУ с предусилителем 8 и поступает на вход другого луча осциллографа 11.

При остановленной развертке лучей осциллографа эти сигналы фотографируются с его экрана фотокамерой 12 с перерывной перпендикулярной движению лучей протяжкой пленки.

**Сканирующий монохроматор** (рис. 2) представляет собой двойной монохроматор Литтрова. Диспергирующим элементом является призма LiF для диапазона 0,5—5,5 мк или NaCl для диапазона 5—8 мк. Сканирующим элементом монохроматора является зеркало Литтрова, колеблющееся около своего среднего положения на 8°. Монохроматор обеспечивает скорость от 8 до 100 спектров в секунду.

На одной оси с колеблющимся зеркалом Литтрова укреплен барабан реперной системы. При повороте зеркала на определенный угол одно из отверстий в барабане пропускает свет на реперный ФЭУ. Таким образом, определенные углы поворота зеркала, т. е. определенные длины волн излучения, соответствуют определенным реперным сигналам, поступающим с ФЭУ. Весь диапазон колебаний зеркала укладывается между девятью сигналами реперной системы монохроматора. За выходной щелью монохроматора излучение воспринимается охлаждаемым жидким азотом фотоспротивлением из PbSe для диапазона 0,5—7 мк или из GeAu для диапазона 2,5—8 мк.

Прибор должен обеспечивать воспроизведение как медленных, так и скоротечных сигналов, что практически возможно выполнить либо при использовании усилителя постоянного тока, либо введением усиления на несущей частоте. В описываемой установке использованы оба эти принципа. Если излучение пламени достаточно интенсивное, то используется только апериодический усилитель. Если излучение менее интенсивное, то его поток, падающий на входную щель монохроматора 6, модулируется диском-обтюратором 2' с частотой 4800 и вводится дополнительно усилитель резонансной частоты 10 (У2-6).

При исследовании спектров поглощения пламен диск-обтюратор модулирует с частотой 4800 гц излучение эталона АЧТ 1 (диск заторможен), и так как усиливается только сигнал на несущей частоте, то на экране осциллографа появляются спектры излучения эталона АЧТ, прошедшего сквозь пламя, т. е. спектры поглощения пламени.

Для фотографирования спектров с экрана осциллографа применена фотокамера РФК-5, в которой установлена непрерывная протяжка пленки со скоростью до 2 м/с. Пленка движется перпендикулярно движению лучей осциллографа 11 при включенной развертке.

Калибровка инфракрасной системы производится с помощью эталона АЧТ 1. Калибровка длин волн производится по полюсам поглощения атмосферы и по интерфе-

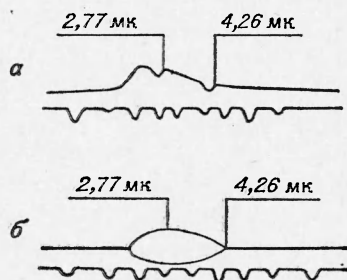


Рис. 2.

ренионным фильтром, а чувствительности системы — при различных температурах эталона АЧТ с одновременным измерением этих температур прибором ОППИР-09. Чувствительность инфракрасной системы (с фотоприемником PbSe) равна  $10^{-3}$  эрг/см<sup>3</sup>см при усилении на несущей частоте и  $10^{-6}$  эрг/(см<sup>3</sup>см) при усилении сигнала без несущей частоты. При ширине входной и выходной щелей монохроматора 0,5 мм, скорости сканирования 16 спектр/с и скорости пленки 1 м/с разрешение инфракрасной системы в диапазоне 0,5—5,5 мк составляет 0,05 мк/мм.

На рис. 2 изображены инфракрасные спектры излучения эталона АЧТ с несущей частотой (б) и без нее (а). На спектрах отчетливо видны полосы поглощения атмосферных H<sub>2</sub>O и CO<sub>2</sub> в районах 2,8 и 4,4 мк, которые обычно используются при калибровке.

УДК 534.24

## О ГАШЕНИИ СТАЦИОНАРНОГО ГОРЯЩЕГО ПОРОХА ИМПУЛЬСОМ ТЕПЛОвого ИЗЛУЧЕНИЯ

Ю. А. Гостинцев

(Москва)

Влияние мощного светового излучения на воспламенение, устойчивость стационарного горения и на нестационарное горение пороха исследовалось в ряде работ [1—7].

Рассмотрим здесь еще не затронутый вопрос о переходном процессе и гашении при воздействии на горящий (при постоянном давлении со стационарной скоростью  $u^0$ ) порох трапецидального импульса проникающего монохроматического светового излучения. В пределах феноменологической модели нестационарного горения в предположении о чисто тепловом действии светового потока (отсутствуют фотохимические реакции в к-фазе, нет взаимодействия излучения с газовой фазой и т. д.) такой процесс можно описать системой уравнений:

$$\begin{aligned}
 u(\varphi) \frac{\partial T}{\partial x} + \kappa \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\gamma I}{\rho c} e^{-\gamma x} &= \frac{\partial T}{\partial t} \quad (0 \leq x < \infty), \\
 T(\infty, t) \rightarrow T_0, \quad T(0, t) = T_s(\varphi) &\quad \left( \varphi = \left( \frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=0} \right), \\
 T(x, 0) = T_0 + (T_s^0 - T_0) \exp\left(-\frac{u^0 x}{\kappa}\right), & \quad (1) \\
 I(t) = 0 \quad \text{при } t \leq 0, \quad \frac{I_0 t}{t_1} &\quad \text{при } 0 \leq t \leq t_1, \\
 I_0 \quad \text{при } t_1 \leq t \leq T - 2t_1, \quad I_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right) &\quad \text{при } T - 2t_1 \leq t \leq T, \\
 0 \quad \text{при } t \geq T &
 \end{aligned}$$

( $T$  — общая длительность импульса). Для дальнейшего существенное значение имеют зависимости скорости горения и температуры поверхности от градиента температуры при  $x=0$  со стороны к-фазы.

В [3] было сделано предположение, что зависимости  $u(\varphi)$ ,  $T_s(\varphi)$  при наличии светового потока имеют тот же вид, как и при  $I_0=0$ . Очевидно, такое допущение может быть оправдано в случае тонкой зоны