

ПОДЖИГАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ФРИКЦИОННЫХ ИСКР.

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

*Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова,
ул. Дворянская 2, Одесса 65082 Украина*

Для зажигания газа необходим внешний тепловой импульс. Известно, что фрикционные искры могут нести такой тепловой импульс, который при воздействии на газ прогревает близко лежащие слои газа и это приводит к ускорению экзотермических реакций. Расположенные дальше от искры слои газа будут своеобразными стоками тепла. Зажигание газа произойдет только тогда, когда интенсивность стока тепла сравняется или станет меньше интенсивности источника в зоне химической реакции. С повышением температуры область воспламенения расширяется и начинается горение газовой смеси.

Фрикционные искры на основе железа с учетом образования на их поверхности оксидного слоя как плотного, так и пористого представляют опасность при обеспечении перевозки легковоспламеняющихся жидкостей и газов, а также на угольных шахтах. При этом существует три группы искр, которые имеют различную поджигательную способность.

Первая группа это частицы, размер которых $d < 0,4$ мм. Частицы достаточно мелкие и несмотря на высокую температуру их окисления они очень быстро сгорают, а выделившееся при этом количество тепла недостаточно чтобы зажечь окружающую их газовую среду.

Вторая группа частиц размер которых $d > 0,7$ мм. Частицы довольно крупные и того нагрева, который они получают от вершины трещины недостаточно чтобы обеспечить интенсивное окисление частицы и её поджигательная способность не велика. Однако, особенно на шахтах, такие частицы представляют пожарную опасность. Попадая на тот, или иной материал они могут вызвать его тление, которое через некоторое время может привести к загоранию.

Третья группа размеров $0,4 \text{ мм} < d < 0,7 \text{ мм}$. Такие частицы при окислении развивают очень высокую температуру, равную температуре плавления металла и частицы превращаются в каплю расплавленного металла. Эта капля способна зажечь окружающие её

газы, такие как сероводород, ацетилен, а также пары дизельного топлива и керосина.

Однако, на процесс зажигания газовой среды оказывает влияние не только размер частицы, но и первоначальная толщина отколовшийся части металла. Для этого рассмотрим пластинку, образующуюся в результате удара и которая в вершине трещины имеет температуру T_0 . Для этого рассмотрим задачу определения нестационарного температурного поля в пластине толщиной $-h < x < 0$. Коэффициент теплопроводности пластины равен λ . Теплообмен с внешней средой через поверхность $z = -h$ и $z = 0$ и боковую поверхность S происходит по закону Ньютона. Тогда температура пластины $T(x, y, z, \tau)$ определяется из уравнения теплопроводности.

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} - \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial \tau} = -\frac{W}{\lambda} \quad (1)$$

При граничных условиях

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial z} - \alpha T = 0 \quad \text{при } z = -h$$

и

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial z} = -\psi(x, y) \quad \text{при } z = 0$$

и начальном условии $T_{\tau=0} = 0$

где α - коэффициент теплообмена, ψ - функция, описывающая распределение потока тепла на поверхности пластины, W - количество тепла, выделяемого в вершине трещины в единице объема в единицу времени, α - коэффициент теплопроводности. Представив источник тепла в виде

$$W = -2\psi(x, y)\delta(z)$$

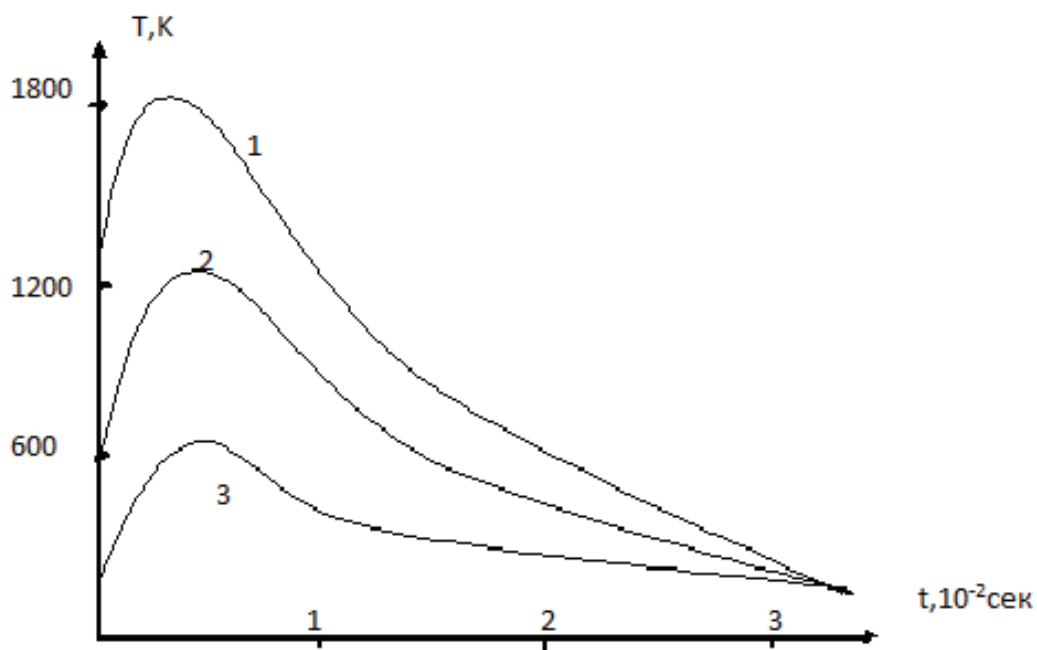
где $\delta(z)$ - дельта функция Дирака

Применяя конечное интегральное преобразование Фурье, получим решение уравнения (1) в следующей форме

$$T = -\frac{1}{\lambda} \sum_{n=1}^{\infty} B_n \Phi_n \cos(\mu_n \varphi_1), \text{ где}$$

$$B_n = h \frac{\mu_n^2 + B_i^2}{(\mu_n^2 + B_i^2 + B_i)\mu_n^2} \text{ и } \varphi_1 = \frac{z}{h}$$

На рисунке представлены результаты расчета температуры на обратной стороне пластины и время ее достижения. (кривая 1- $h=0,1\text{мм}$, $T=1870^{\circ}\text{C}$; 2- $h=0,3\text{мм}$, $T=1220^{\circ}\text{C}$; 3- $h=0,7\text{мм}$, $T=570^{\circ}\text{C}$)



Как следует из расчетов, температура на обратной стороне пластины достигает максимальной величины меньше, чем за $1 \cdot 10^{-2}$ сек. Чем тоньше пластина, тем более высокая температура обратной стороны. Температура в вершине трещины бралась равной 2200°C .