

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 536.46.662.217

ВОСПЛАМЕНЕНИЕ ПОРОШКООБРАЗНЫХ ГОРЮЧИХ
ЗА УДАРНЫМИ ВОЛНАМИ

А. А. Борисов, В. П. Козенко, А. В. Любимов,
С. М. Козарко
(Москва)

В работе [1] разобран вопрос о гидродинамической неустойчивости поверхности тонкого слоя сыпучей среды при скольжении по ней ударной волны. Было показано, что поверхность тонкого слоя ($h=0,1-0,5$ мм) становится неустойчивой и частицы за времена около 300 мксек после прохождения ударной волны приобретают скорость порядка 4 м/сек, направленную вертикально вверх.

Целью данной работы было исследование возможности воспламенения и горения поднятых с поверхности скользящей ударной волной мелкодисперсных горючих порошков в атмосфере воздуха за отраженной ударной волной. Опыты проводились на ударной трубе с внутренним диаметром 22 мм и общей длиной 4,5 м. Длина секции высокого давления 1,15 м. Труба была оснащена аппаратурой, применяемой обычно при исследовании воспламенения газовых смесей в отраженных ударных волнах [2]. Установка имела съемный торец, с помощью которого можно было измерять давление датчиком типа ИД-2М или производить съемку процесса во времени фоторегистром. По осциллограмме, полученной с датчика давления, определялся момент прихода волны на торец и длительность существования у торца постоянного давления.

Секция низкого давления заполнялась воздухом. Около торца насыпался тонкий слой ($h=0,1-0,2$ мм) горючего порошка. Толкающим газом служил азот или гелий.

В качестве горючих порошков были выбраны: древесный уголь, щеточный уголь, черный порох. Большинство опытов было проведено с частицами размером менее 50 мк.

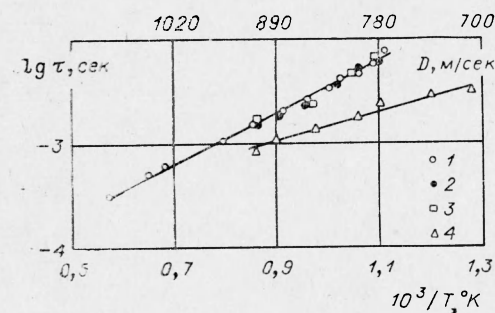
Часть опытов со щеточным углем для выявления влияния размера частиц на воспламенение была проведена с частицами размером от 140 до 320 мк.

Анализ результатов опытов показал, что порошки выбранного типа воспламеняются за ударными волнами, начиная с чисел $M=2,25$ с различной задержкой по времени.

На рис. 1 для углей и черного пороха представлена зависимость времени задержки воспламенения от обратной температуры за отраженной ударной волной при начальных давлениях в трубе $p_0=0,1-0,5$ атм (там же приводится шкала скоростей падающей ударной волны). Как следует из рисунка, предельная минимальная температура воспламенения для углей в воздухе составляет приблизительно 900° К, а для черного порошка — около 800° К. Отметим, что значение температуры для углей близко к температуре воспламенения углевоздушной взвеси, полученной при пропускании взвеси через нагретую кварцевую трубку [3].

Рис. 1. Зависимость времени задержки воспламенения углей и черного пороха от обратной температуры за отраженной ударной волной в воздухе.

1 — древесный уголь ($\mu < 50$ мк); 2 — щеточный уголь ($\mu < 0$ мк); 3 — щеточный уголь ($\mu = 140-320$ мк); 4 — черный порох ($\mu < 50$ мк).



По осциллограммам давления видно, что постоянное давление за отраженной ударной волной у торца трубы сохраняется около 1,5 мсек, затем оно возрастает в течение 6-8 мсек. Воспламенение за слабыми ударными волнами ($M < 2,6$) происхо-

дит с задержкой по времени порядка 2—6 мсек, поэтому значения температуры, нанесенные на рис. 1, для задержек времени более 1,5 мсек несколько занижены, так как расчет температуры за отраженной ударной волной проводился по скоростям падающей ударной волны.

Проведенные опыты с различной дисперсностью порошков (50—320 мк) показали, что в пределах разброса экспериментальных точек температура воспламенения не зависит от дисперсности горючего.

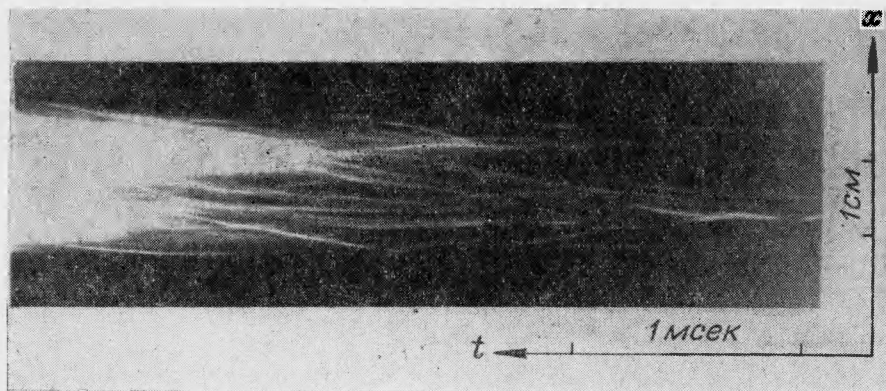


Рис. 2. Развертка во времени процесса воспламенения слоя древесного угля ($h=0,1$ мм, размер частиц 50 мк) за отраженной ударной волной в воздухе, сделанная с торца.

С помощью фоторегистрации воспламенения через прозрачный торец можно было установить некоторые детали процесса. На рис. 2 представлена развертка во времени процесса воспламенения системы (порошок — воздух). Отчетливо видно, что горят отдельные взвешенные частицы, занимающие все сечение трубы. Горение продолжается довольно значительное время. Можно предположить следующий механизм воспламенения тонкого слоя порошкообразного горючего в воздухе за ударными волнами у торца трубы.

Горючее после прихода ударной волны на торец подбрасывается вверх за счет гидродинамической неустойчивости поверхности тонкого слоя [1] и перемешивается с воздухом. Далее взвешенные в воздухе частицы горючего воспламеняются в отраженной ударной волне с некоторым периодом задержки и полностью сгорают при наличии достаточного количества окислителя.

Результаты данной работы могут представить интерес при исследовании реальных взрывных процессов, имеющих место в угольных шахтах, а также для исследования кинетики гетерогенных реакций горения.

Поступила в редакцию
4/X 1966

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Борисов, А. В. Любимов и др. ФГВ, 1967, 1.
2. А. А. Борисов, А. В. Любимов, С. М. Когарко. Докл. АН СССР, 1963, 149, 4, 869.
3. К. К. Андреев, А. Ф. Беляев. Теория взрывчатых веществ. М., Оборонгиз, 1960, стр. 150.