

УДК 614.841.12

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. И. СМЕЛКОВ, Б. Г. ПОПОВ, академик АН УзССР Н. В. ЛАВРОВ

О МЕХАНИЗМЕ ИСКРОВОГО ЗАЖИГАНИЯ АЭРОВЗВЕСЕЙ

Изучение процесса воспламенения двухфазных систем искровыми разрядами затрудняется отсутствием полной ясности в механизме развития канала искрового разряда.

В данной работе изучался процесс зажигания искровыми конденсированными разрядами аэровзвеси полистирола с фракционным составом 0—75 μ . Аэровзвесь создавалась за счет свободного падения твердой фазы, вызванного работой виброситового дозатора (¹). Исследование осуществлялось по результатам высокоскоростной киностемки процесса, выполненной при помощи камеры СКС-1М (рис. 1). После действия теплового источника (искрового электрического разряда) в течение $1,925 \cdot 10^{-4}$ сек. (кадры 1—5), образуется ядро пламени с диаметром значительно меньших размеров, чем зона высоких температур.

Конфигурация ядра пламени, после прекращения действия разряда, как и при искровом зажигании в стационарных условиях газо-воздушных смесей, близка к сферической. Вначале (кадры 6—10), вследствие термодинамического равновесия между выделившимся в результате химической реакции теплом, определяемого объемом сферы, и физическими свойствами аэровзвесей с одной стороны, и тепловыми потерями в окружающую среду с поверхности ядра — с другой, расширения ядра пламени не происходит. Это явление близко характеру зажигания в аналогичных условиях гомогенных горючих смесей и может рассматриваться как период индукции данной горючей смеси. Необходимая с точки зрения тепловой теории воспламенения для получения самораспространяющегося очага пламени соизмеримость длительности действия источника зажигания (кадры 1—5) с периодом индукции горючей смеси (кадры 6—10) в данном случае, как видно из кинограмм, качественно подтверждается.

Процесс распространения пламени после завершения реакции в объеме ядра (кадры 6—10) принимает фронтовой характер, определяемый условиями теплового баланса на границе пламени с горючей смесью (кадры 11—16). Через $4,23 \cdot 10^{-3}$ сек. после окончания действия искрового разряда, вследствие усиления конвективных тепловых потоков, сферическая структура пламени нарушается, приобретая признаки турбулентности, которые просматриваются особенно четко, начиная примерно с 50 кадра. Процесс распространения пламени на этом этапе горения определяется в основном тепловым взаимодействием частиц.

Исходя из сказанного и на основании проведенных экспериментальных исследований процесс искрового зажигания пылей, аналогичных по своим свойствам рассмотренному нами веществу, можно представить следующим образом.

При искровом разряде в аэровзвеси в зоне действия искры происходит прогрев и газификация частиц. В отличие от процессов зажигания газо-воздушных смесей, в данном случае, учитывая существенную (более чем на порядок) разницу в минимальных энергиях воспламенения газообразных и мелкодисперсных твердых веществ (^{2, 3}), большая часть энергии тратится на подготовку твердой фазы аэровзвеси к зажиганию: прогрев частиц, их газификацию, плавление, испарение и т. п. В процессе теплообмена плазменного канала искры с частицами преобладающее значение

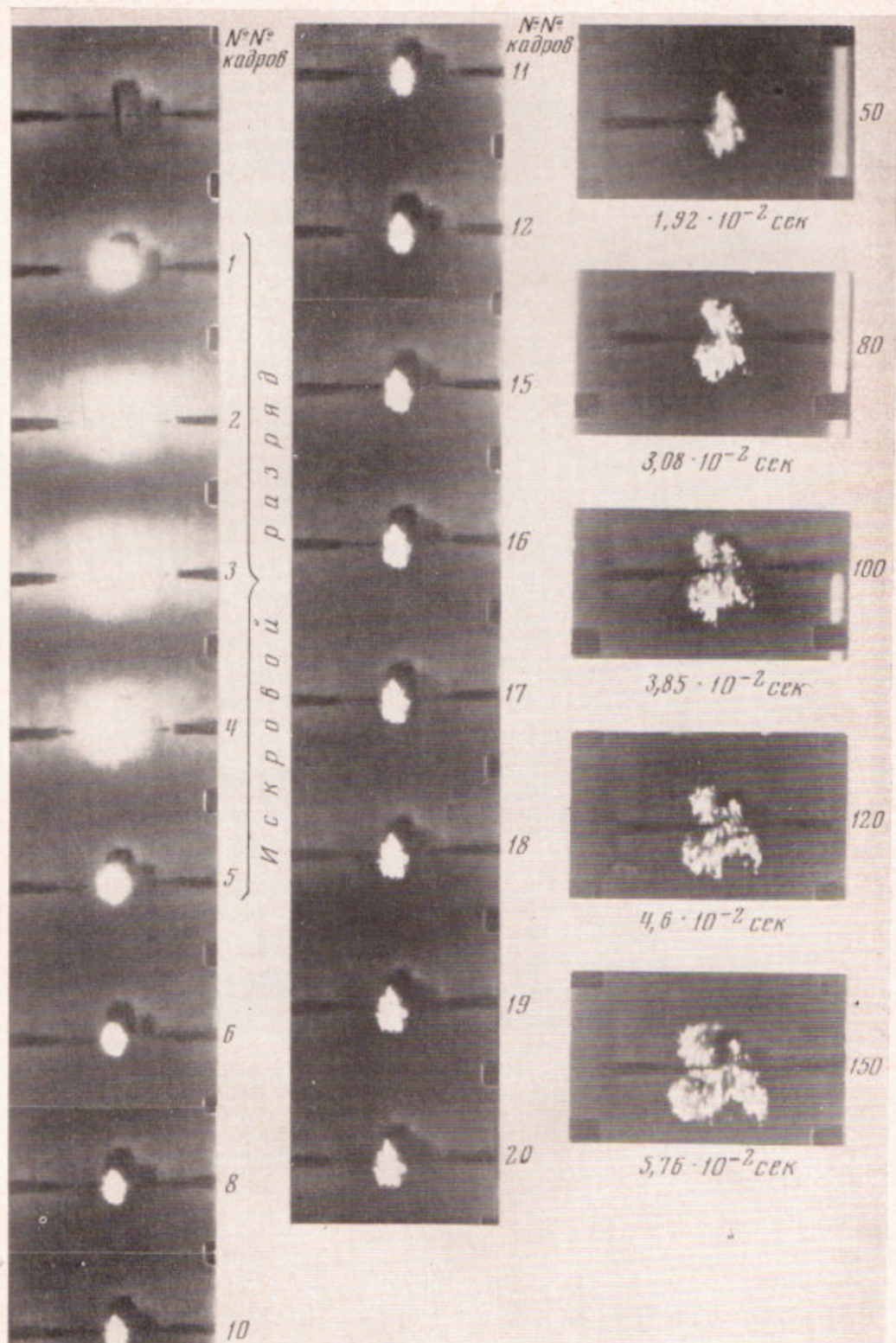


Рис. 1

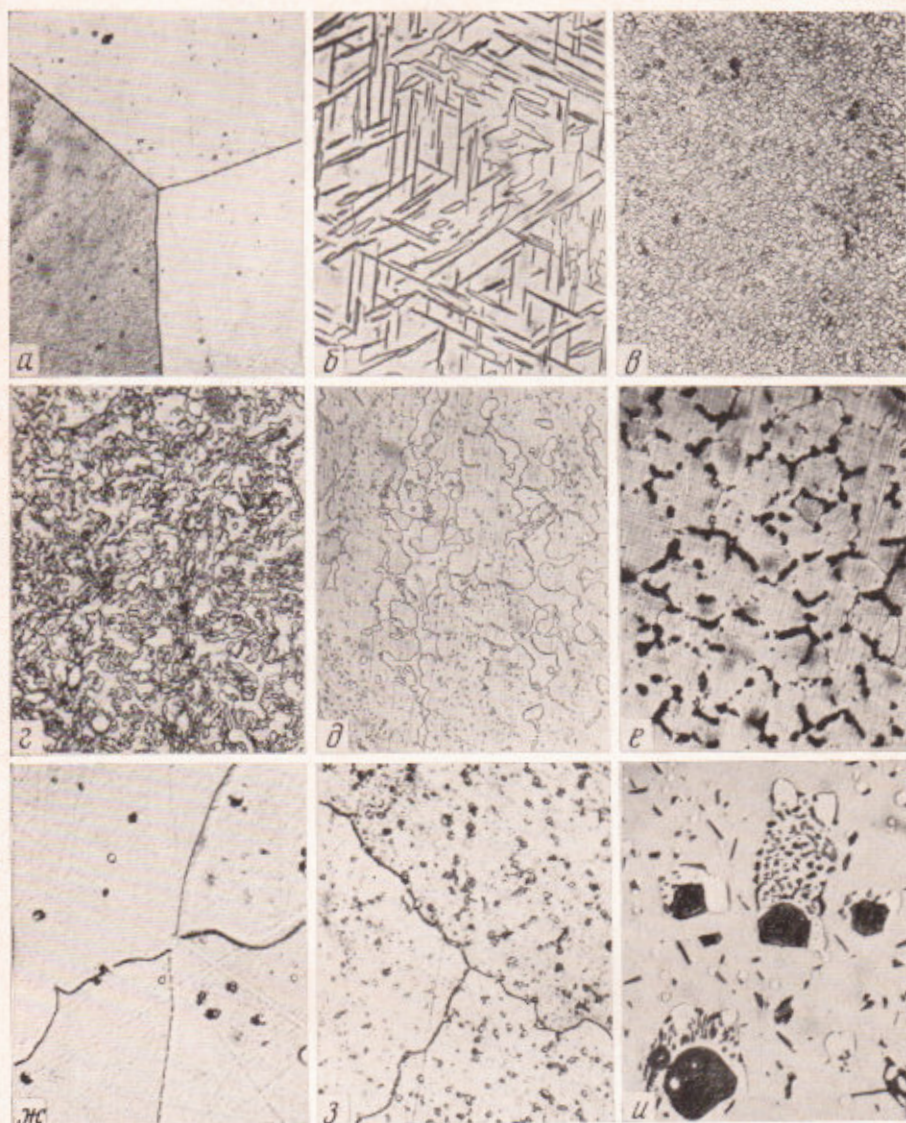


Рис. 2. Микроструктуры богатых никелем сплавов системы Ni — Al — Nb — Mo. 450×.
 а — γ -фаза (2Mo, 5Nb, 3Al; закалка 900° С); б — $(\gamma + \delta)$ -фазы (5Mo, 15Nb, 1Al; отжиг);
 в — $(\gamma + \gamma')$ -фазы (5Mo, 10Nb, 5Al; закалка 900°); г — $(\gamma + \gamma' + \delta)$ -фазы (2Mo, 15Nb,
 5Al; закалка 1200°); д — $(\gamma' + \delta)$ -фазы (5Mo, 15Nb, 8Al; закалка 900°); е — $(\gamma' + \beta)$ -
 фазы (2Mo, 5Nb, 14Al; закалка 1200°); ж — (γ') -фаза (2Mo, 10Nb, 9Al; отжиг); з —
 $(\gamma' + \beta)$ -фазы (5Mo, 5Nb, 12Al; отжиг); и — $(\gamma' + \delta + \beta)$ -фазы (5Mo, 15Nb, 10Al;
 отжиг)

приобретает теплопроводность и излучение. Конвективный теплообмен, характерный в основном для турбулентного режима обтекания, в начальный момент зажигания мелких частиц,двигающихся под действием собственного веса в стоксовской области (ламинарный режим обтекания), не имеет существенного значения. Его роль, как видно из кинограмм, возрастает в процессе распространения уже сравнительно больших по объему пламен; при этом фронтной характер движения пламени сводится к тепловому взаимодействию частиц свежей горючей смеси с раскаленными газовыми оболочками горящих частиц.

Таким образом, проведенные методом высокоскоростной киносъемки исследования позволяют выделить и оценить по длительности протекания три стадии в процессе искрового зажигания и развития пламени в аэровзвесах: реакцию в объеме смеси, фазу фронтного распространения пламени и фазу турбулентного горения. Полученные результаты указывают на близость характера развития ядра пламени при искровом инициаторе поджигания как в пыле-воздушных смесях, так и в гомогенных газо-воздушных средах.

Московский институт химического
машиностроения

Поступило
21 IV 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Г. И. Смелков, П. А. Фетисов и др., Авт. свид., № 197480; Бюлл. изобр., № 13 (1967). ² Fire Protection Handbook, 12 Ed., Boston, 1962. ³ Основы горения углеводородных топлив. Сб. работ, ИЛ, 1960.