

УДК 532.539+539.89

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. В. ЯКУШЕВ, А. Н. ДРЕМИН

ПРИРОДА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПРОДУКТОВ ДЕТОНАЦИИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

(Представлено академиком Н. Н. Семеновым 30 XII 1974)

Вблизи фронта детонационной волны, движущейся по конденсированному взрывчатому веществу, продукты детонации (ПД), находясь при давлении в несколько десятков ГПа и температурах, порядка тысяч градусов Цельсия, имеют высокую электропроводность. Измерения, выполненные в ряде работ, например (¹⁻⁵), показали, что для большинства органических взрывчатых веществ с начальной плотностью $\delta_0 > 0,8$ г/см³ удельная электропроводность γ ПД лежит в пределах $10-10^3$ ом⁻¹·см⁻¹. Считается общепринятым (^{1, 2, 6}), что основными носителями тока в ПД являются свободные электроны, возникающие вследствие ионизации молекул, облегчающейся при высоких давлениях или в процессе химической реакции. В настоящем сообщении предлагается иной подход к объяснению электропроводности за фронтом детонационной волны.

Таблица 1

Вещество (δ_0 , г/см ³)	«Зазем- ленный» электрод	Рабочий электрод	E_m , в
Тротил литой (1,55)	Al Cu	Cu Al	0,31; 0,25; 0,30 —0,27; —0,31; —0,31
Сплав тротил/ гексоген 40/60 (1,69)	Al Cu	Cu Al	0,51; 0,64 —0,54; —0,68
ДИНА * литой (1,60)	Al Cu	Cu Al	0,84; 1,00 —0,85; —0,90

* Диэтанолнитраминдинитрат.

Обычно ПД представляют собой смесь нескольких простых химических соединений и свободных элементов. Поэтому естественно обратиться к электрическим свойствам при высоких динамических давлениях индивидуальных веществ, входящих в их состав.

Для взрывчатых веществ типа С, N, H, O обязательным компонентом ПД является вода. Уже при нормальных условиях вода диссоциирует по схеме



За счет гидратации образующихся ионов, диссоциация воды сопровождается уменьшением объема (⁷). Поэтому повышение давления сдвигает равновесие (1) вправо. Это, в свою очередь, приводит к увеличению электропроводности воды при сжатии. Выполненный в (^{8, 9}) анализ экспериментальных данных различных авторов показал, что при динамических давлениях, превышающих ~20 ГПа, вода является полностью диссоцииро-

ванной и имеет $\gamma \approx 10^3 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$. Отсюда, принимая для оценки, что подвижности ионов в воде и ПД близки, концентрация воды в продуктах составляет 10–40%, $\delta_0=1$, получаем величину γ ПД $10^2\text{--}4 \cdot 10^2 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$, что прекрасно согласуется с экспериментальными данными ^(1–5).

Вообще говоря, за счет присутствия CO_2 и окислов азота, за фронтом детонационной волны должны образовываться и другие ионы, например NO_3^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , которые также могут внести определенный вклад в электропроводность.

Интересно, что в случае ионного типа электропроводности ПД должны проявлять свойства сильного электролита. В частности, на погруженных в них двух электродах из металлов с существенно различной химической активностью (например, Cu, Al) должна возникать э.д.с. порядка вольт, связанная с преимущественным переходом в раствор катионов металла, который легче окисляется ⁽¹⁰⁾. При наличии значительной электронной компоненты электропроводности, вследствие внутреннего шунтирования источника э.д.с., разность потенциалов будет близка к нулю. Соответствующие эксперименты были выполнены с использованием устройства, схематически показанного на рис. 1.

В опытах близкая к одномерной детонационная волна отражалась от тефлонового* диска 4. При этом в течение нескольких микросекунд электроды находились в области высоких давлений ПД. Возникающая э.д.с. регистрировалась осциллографом, входное сопротивление которого значительно превышало внутреннее сопротивление ячейки.

Результаты экспериментов сведены в табл. 1, где через E_m обозначены максимальные по абсолютной величине значения э.д.с., полученные в отдельных опытах.

Как уже отмечалось, наличие этих сигналов также свидетельствует о преимущественно ионном характере электропроводности продуктов детонации исследованных взрывчатых веществ.

Отделение Института химической физики
Академии наук СССР
Черноголовка Московской обл.

Поступило
16 XII 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Бриш, М. С. Тарасов, В. А. Цукерман, ЖЭТФ, т. 37, 1543 (1959). ² М. А. Cook, The Science of High Explosives, London, 1958. ³ R. L. Jameson, S. J. Lukasik, B. J. Pernick, J. Appl. Phys., v. 35, 714 (1964). ⁴ B. Hayes, Electrical Measurements in Reaction Zones of High Explosives. Tenth Symp. (Intern.) on Combustion, The Combustion Inst., Pittsburgh, 1965. ⁵ А. Д. Зинченко, В. Н. Смирнов, А. А. Чеилева, Физика горения и взрыва, т. 7, 422 (1971). ⁶ Р. Шалль, Физика детонации, В сб.: Физика быстропотекающих процессов, М., 1971, т. 11. ⁷ S. D. Hamann, J. Phys. Chem., v. 67, 2233 (1963). ⁸ S. D. Hamann, M. Linton, Trans. Farad. Soc., v. 62, 1 (1966). ⁹ S. D. Hamann, M. Linton, Trans. Farad. Soc., v. 65, 2186 (1969). ¹⁰ В. В. Якушев, А. Н. Дремин, ЖФХ, т. 45, 97 (1971).

* Тефлон при реализуемых динамических давлениях остается хорошим изолятором.