

УДК 532.593.+537.226

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. В. ЯКУШЕВ, А. Н. ДРЕМИН

СВЯЗЬ СТРУКТУРЫ МОЛЕКУЛ ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ПРИ УДАРНОМ СЖАТИИ

(Представлено академиком В. Н. Кондратьевым 7 I 1974)

Ударное сжатие конденсированных веществ во многих случаях приводит к возникновению в них электрической поляризации вдоль выделенного направления, задаваемого вектором скорости фронта ударной волны (ф.у.в). Микрокартина явлений, происходящих при этом в области ф.у.в. и ответственных за поляризацию, во многом еще не ясна и, по-видимому, различна для разных классов диэлектриков: ионных кристаллов (¹⁻⁴), полимеров (⁵⁻⁸), низкомолекулярных жидкостей (⁸).

В настоящем сообщении, с целью выяснения механизма ударной поляризации низкомолекулярных жидких диэлектриков, на примере производных бензола изучена зависимость знака поляризации от структуры молекул исходных веществ. Примененное экспериментальное устройство было аналогично описанному в (⁹). Поляризационные сигналы регистрировались при помощи осциллографа ОК-33. Предел чувствительности измерительного тракта составлял ~0,01 в при входном сопротивлении 75 ом. Все жидкости сушились и очищались перегонкой при атмосферном давлении (бензол) или под вакуумом, твердые вещества перекристаллизовывались из этанола. 4-Дихлорбензол изучался в расплавленном состоянии при температуре 100°С, изомеры нитробромбензола — в виде бензольных растворов, имеющих концентрацию 60%, для 2-нитробромбензола и 14% для 4-нитробромбензола. Применение бензола как растворителя в данном случае оправдано тем, что сам он в опытах не дает заметного поляризационного тока.

Некоторые осциллограммы поляризационных сигналов показаны на рис. 1. Экспериментальные результаты приведены в табл. 1.

В общем случае при ударном сжатии первоначально однородного и изотропного диэлектрика, состоящего из молекул, за счет больших ускорений

Т а б л и ц а 1

	Бензол	Фторбензол	Хлорбензол	Бромбензол	Иодбензол
Интервал давлений, кбар	100—200	140—250	40—180	40—200	50—200
Знак сигнала	0	+	+	+	+
(продолжение)					
	Нитробензол	2-Дихлорбензол	4-Дихлорбензол	4-Нитробромбензол	2-Нитробромбензол
Интервал давлений, кбар	40—200	100—200	50—150	80—140	90—160
Знак сигнала	+	+	0	—	+

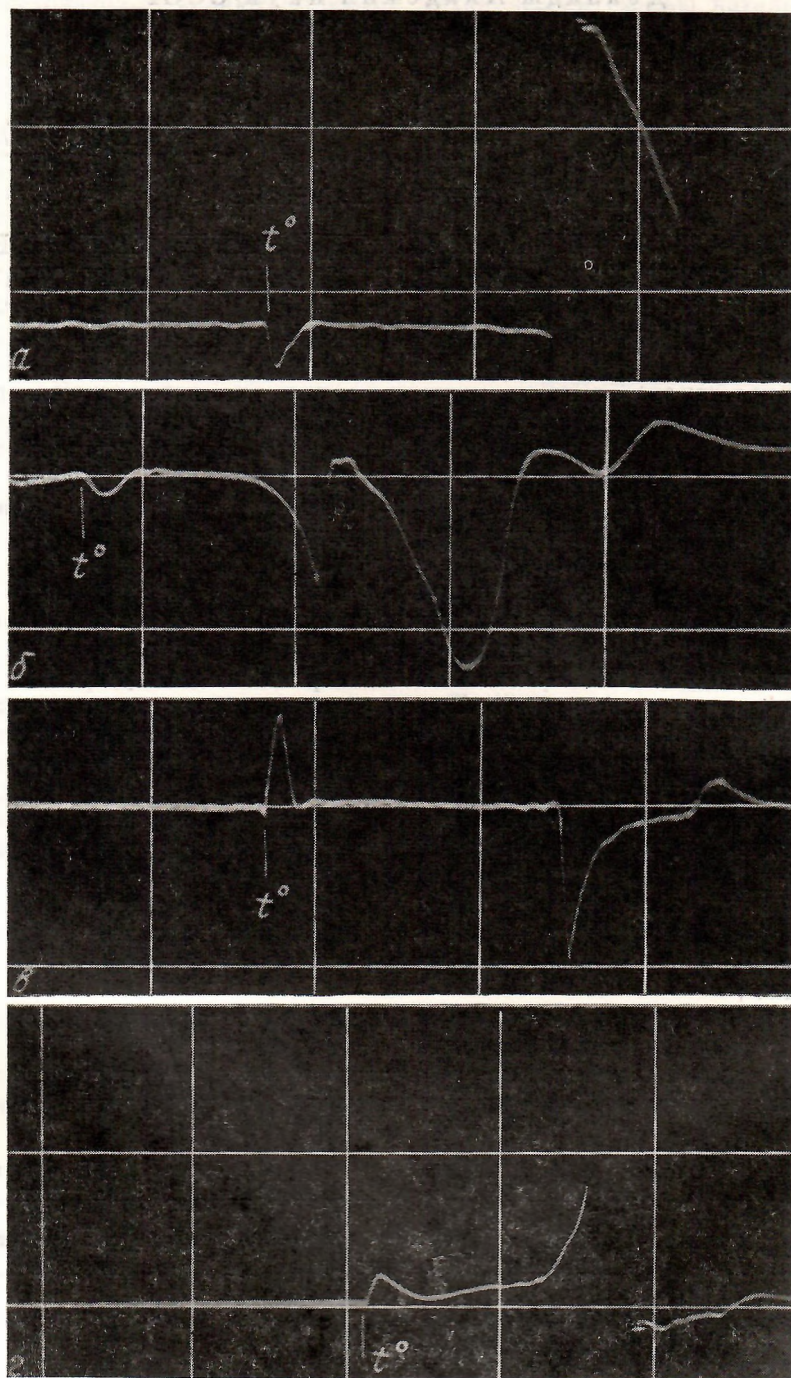


Рис. 1. Осциллограммы поляризационных сигналов: *а, б* — раствор 4-нитробромбензола в бензоле; *в, г* — раствор 2-нитробромбензола в бензоле. Давление: *а* — 80, *б* — 140, *в* — 90, *г* — 160 кбар. Чувствительность: *а, б* — 0,17 в/деление, *в* — 2,5, *г* — 3,5 в/деление; масштаб времени 0,4 мксек/деление. t_0 — момент входа ф.у.в. в образец

и градиентов термодинамических параметров в области ф.у.в., можно ожидать появление поляризации как в результате искажения распределения зарядов в индивидуальных молекулах (деформация валентных углов), так и при возникновении упорядоченности в ориентациях молекулярных диполей.

Из табл. 1 видно, что, в согласии с ⁽⁵⁾, вещества, молекулы которых не имеют постоянного дипольного момента (бензол, 4-дихлорбензол), не дают заметных поляризационных сигналов. Таким образом, искажение электрической симметрии молекул в ударном фронте в данных экспериментах не регистрируется. В рамках ⁽¹⁰⁾ это можно объяснить тем, что время нахождения вещества в поле сил ф.у.в. (10^{-11} — 10^{-13} сек.) и время релаксации деформационной поляризации (10^{-13} — 10^{-15} сек.) слишком малы для фиксации поляризационного тока.

В отличие от неполярных веществ, жидкости, молекулы которых имеют постоянный дипольный момент, дают в экспериментах ясно выраженные поляризационные сигналы. Это свидетельствует в пользу ориентационного механизма поляризации ⁽⁵⁾, причем в качестве ориентируемого диполя в данном случае выступает молекула как целое.

Знак возникающей поляризации показывает, что в направлении движения ф.у.в. преимущественно смещаются «объемные», «легкие» части молекул. В случае нитробензола и моногалоидных производных бензола это положительно заряженное бензольное кольцо, в случае 4-нитробромбензола — отрицательно заряженная нитрогруппа. Такое поведение молекул жидких диэлектриков находит объяснение в динамике ускорения вещества в ударном переходе за счет молекулярных столкновений, при которых большую среднюю скорость получают части молекул, имеющие большое эффективное сечение столкновений и малую массу.

Отделение Института химической физики
Академии наук СССР
Черноголовка Московской обл.

Поступило
21 XI 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Н. Минеев, Ю. Н. Тюняев и др., ЖЭТФ, т. 53, 1242 (1967). ² Ю. Н. Тюняев, А. А. Урусовская и др., ФТТ, т. 11, 3399 (1968). ³ Ю. Н. Тюняев, В. Н. Минеев, ФТТ, т. 15, 1901 (1973). ⁴ J. Y. Wong, R. K. Linde, R. M. White, J. Appl. Phys., v. 40, 4137 (1969). ⁵ K. J. Eichelberger, G. E. Hauver, Les Ondes de Detonation, Paris, 1969. ⁶ G. E. Hauver, J. Appl. Phys., v. 36, 2413 (1965). ⁷ Е. З. Новицкий, А. Г. Иванов, Н. П. Хохлов, в сборн. Горение и взрыв. Матер. III Всесоюзн. симп. по горению и взрыву, «Наука», 1972, стр. 579. ⁸ В. В. Якушев, Кандидатская диссертация, Черноголовка, 1970. ⁹ В. В. Якушев, О. К. Розанов, А. Н. Дремин, Письма ЖЭТФ, т. 7, 105 (1968). ¹⁰ В. В. Якушев, Журн. прикл. мех. и техн. физ., № 4, 155 (1972).