

УДК 534.22

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК ПОЛИКАРБОНАТА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-АКУСТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

© 1994 г. А. В. Волкова

Владимирский государственный педагогический институт  
600024 Владимир, пр. Строителей, д. 11

Поступила в редакцию 04.03.93 г.

Методом электронно-акустической спектроскопии исследованы пленки поликарбоната (ПК), исходные и выдержанные в электрическом поле коронного разряда. Получены электронно-акустические спектры, форма которых не отличалась от формы спектров модельных образцов, содержащих отрицательно заряженные дефекты с концентрацией порядка  $10^{17} \text{ см}^{-3}$ . Результаты эксперимента свидетельствуют о наличии в пленках ПК заряженных дефектов, которые в определенных условиях образуют коллоидальные частицы металла. Кроме того, они указывают на связь механизма релаксационного процесса неизвестной природы, отмечавшегося ранее в литературе, с релаксацией заряженных дефектов.

В определенных условиях в диэлектриках возникают медленно релаксирующие со временем носители зарядов (РНЗ). В полимерах РНЗ возникают, например, в ходе химических реакций при получении пленок и сохраняются длительное время – до нескольких лет [1]. В монокристаллах низкомолекулярных соединений источником РНЗ являются, в частности, структурные дефекты, образующиеся в результате поглощения материалом  $\gamma$ -излучения [2]. В случае полимеров РНЗ исследованы недостаточно. В этой связи представляло интерес изучение пленок одного из диэлектриков с высокой молекулярной массой. Высокую чувствительность к состояниям РНЗ в материале обнаруживает метод электронно-акустической спектроскопии (ЭАС) [3]. Поэтому представляло интерес попытаться расширить имеющуюся информацию об РНЗ в полимерах, используя метод ЭАС. С другой стороны, было интересно конкретизировать возможности метода ЭАС путем постановки новых модельных опытов на образцах, состояния РНЗ в которых заведомо известны.

Метод ЭАС описан в работе [3]. В нем принимается во внимание возможность оказания влияния РНЗ на параметры распространения и механизм передачи энергии волн. В этом методе исследования выбирают образцы материала, которые, в отличие от традиционных условий постановки эксперимента с ультразвуковыми (УЗ) волнами, могут не удовлетворять критериям возбуждения упругих волн известных типов. На контролируемый образец посылают зондирующий УЗ импульс (УЗИ). Он может формироваться, например, при ударном возбуждении пьезодатчика для продольных волн с частотой порядка 0.66 - 3 МГц. Для формирования УЗИ нами применен видеоимпульс генератора Г5-4Б длитель-

ностью  $< 0.1$  мкс. Контроль основывается не на взаимодействии УЗИ с решеткой, как в подавляющем большинстве известных случаев, в частности в случаях [4, 5], а на взаимодействии УЗИ с РНЗ. Параллельно на образец оказывают какое-либо физико-химическое воздействие, изменяя параметры этого воздействия. В настоящей работе в качестве изменяющегося параметра воздействия выбрана температура  $T$  образца.

До тех пор пока РНЗ в образце отсутствуют, энергия УЗИ передается по решетке из атомов и молекул образца упругими волнами со скоростью  $C_y$ . Измеряя толщину  $h$  образца, зажато между буферными стержнями, и величину  $\tau = \tau_1 - \tau_0$ , где  $\tau_1$  – время прохождения УЗИ в системе буферные стержни–образец, а  $\tau_0$  – время прохождения УЗИ в буферных стержнях без образца между ними, определим значение  $C = h/\tau$ . Если при всех значениях параметра воздействия образец остается близким к равновесному, форма зависимости  $C$  от параметра воздействия близка к форме зависимости  $C_y$  от этого параметра, а значение  $C \approx C_y$ .

В случае наличия РНЗ в образце РНЗ принимают участие в механизме передачи УЗИ наряду с атомами и молекулами. По достижении параметром воздействия на материал некоторого значения РНЗ даже в диэлектрике образуют тонкие проводящие слои. Квантовое состояние этих слоев при изменении параметра воздействия изменяется. От скоплений РНЗ возникает эмиссия электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн зависит от концентрации  $N$  РНЗ в материале, а также от других факторов [6, 7]. При некоторых условиях возникают медленные электромагнитные волны, скорость которых сопоставима с  $C_y$ . В результате возможно формирование связанных акустоэлектромагнитных волн (АЗМВ). При нестрого равновесных

условиях взаимодействия составляющих АЭМВ величина  $C$  больше величины  $C_y$ . Кроме того, вследствие изменения квантовых состояний РНЗ при изменении параметра воздействия на образец форма зависимости  $C$  от изменяемого параметра становится осциллирующей. Таким образом, измеряя  $C$  в зависимости от параметра воздействия на образец и анализируя форму зависимости величины  $C$  от этого параметра, а также сопоставляя величину  $C$  с величиной  $C_y$ , можно судить о наличии или отсутствии в материале РНЗ и соответственно об эффективности технологических операций, вызывающих возмущение НЗ. В наших экспериментах волны неизвестной нам природы, которые по-видимому, сходны с АЭМВ, после прохождения ими образца подавали на буферный стержень, изготовленный из дюралюминия. Электромагнитная составляющая волн типа АЭМВ поглощалась металлом на отрезке пути, равном толщине скин-слоя. Оставшуюся часть пути в буферном стержне приемника сигнал проходил с меньшей скоростью, так как после поглощения электромагнитной составляющей в нем остается лишь упругая составляющая. Далее сигнал принимался приемным пьезодатчиком, аналогичным излучающему. Два других пьезодатчика, эквивалентные датчикам в измерительной линии с контролируемым образцом, погружали в эталонную жидкость, например в дистиллированную воду. Один из них возбуждался тем же импульсом от генератора Г5-4Б, что и датчик, формирующий импульс, зондирующий образец. Второй датчик УЗ принимал сигнал, прошедший через жидкость. Принятые с измерительной линии и с линии сравнения сигналы подавались на входы осциллографа типа С1-15, который использовался как индикатор для визуальной регистрации совпадения вершин первых полувольт сигналов с измерительной линии и с линии сравнения. Ждущая развертка осциллографа запускалась импульсом со второго выхода генератора Г5-4Б. Генератор имел калиброванный блок задержки электрических сигналов, обеспечивающий задержку импульсов выходных каналов друг относительно друга с погрешностью 0.05%, что удобно для обеспечения режима визуальной индикации совмещения вершин первых полувольт сигналов, позволяющего провести эту операцию с большей точностью.

Один пьезодатчик в линии сравнения перемещали относительно другого до тех пор, пока не наблюдали совмещения вершин первых полувольт сигналов, принятых с линии сравнения и с измерительной линии. Расстояние между пьезодатчиками в линии сравнения измеряли в момент совмещения вершин первых полувольт сигналов с помощью компаратора ИЗА-2. По известной скорости УЗ в эталонной жидкости и расстоянию между датчиками в линии сравнения, определяющих акустическую задержку сигнала в эталонной

линии, косвенно проводилась оценка времени задержки сигнала  $\tau_1$  в измерительной линии с образцом. Аналогичные отчеты с использованием переменной базы линии сравнения повторяли при различных значениях температуры  $T$  образца. Также определяли  $\tau_0$ . Находили величину  $\tau$ , равную разности  $\tau_1$  и  $\tau_0$ , и отождествляли ее с эффективным временем задержки сигнала в образце. По величинам  $h$  и  $\tau$  определяли эффективную скорость  $C$  переноса энергии УЗИ через образец, которая, как отмечалось выше, не тождественна скорости  $C_y$  продольных УЗ волн и может принимать значения как  $>C_y$ , так и  $<0$ . Значения  $C > C_y$  и  $C < 0$  возможны в связи с тем, что в случае формирования в образце волн неизвестной природы типа АЭМВ, имеющих скорость больше  $C_y$ , сигнал с большей скоростью проходит не только образец, но и часть пути в буферном стержне приемника УЗ, равную толщине скин-слоя, величина которой зависит от частоты электромагнитной парциальной составляющей, изменяющейся для неравновесного образца. По этой причине время прохождения волн неизвестной природы (типа АЭМВ)  $\tau_1$  через буферные стержни с зажатым между ними образцом может приближаться к времени задержки УЗ сигнала  $\tau_0$  в буферных стержнях или даже стать меньше него. Величина  $C$  при этом соответственно  $>C_y$  или  $<0$ . Измеренные таким образом спектры значений  $C$  в зависимости от  $T$  анализировались. Погрешность измерений  $C$  составила порядка 1% для образцов толщиной около 200 мкм и 5% для образцов толщиной порядка 30 мкм.

В качестве модельных образцов для сопоставления известного импульсного метода сравнения фаз УЗ сигналов и метода ЭАС выбраны монокристаллы NaCl, содержащие отрицательно заряженные дефекты с концентрацией  $N \approx 10^{17} \text{ см}^{-3}$ . Образцы были представлены авторами работы [2]. Отрицательно заряженные дефекты в монокристаллах NaCl создавались при их облучении  $\gamma$ -лучами от  $\text{Co}^{60}$ . Авторами [2] установлено следующее. После поглощения образцом доз меньше 1 кГр в нем возникают дефекты типа F-центров. При дозах поглощенного излучения больше 1 кГр в монокристаллах NaCl появляются коллоидальные частицы металла. Концентрация дефектов линейно возрастала по мере увеличения дозы излучения, оставаясь на уровне  $10^{17} \text{ см}^{-3}$ . Образцы обнаруживали эмиссию электронов с поверхности свежего скола как в исходном состоянии, так и после поглощения ими дозы излучения. Эмиссия с поверхности свежего скола образца наблюдалась даже спустя несколько лет после облучения образца. От исходных, необлученных образцов NaCl, а также от образцов, поглотивших дозу 50 кГр, интенсивность эмиссии электронов была минимальной по сравнению с интенсивностью эмиссии от других образцов. Для исследуемых образцов на одной и той же эксперименталь-

ной установке измеряли  $C$  и  $C_y$ . Значения  $C_y$  получали, зажимая между буферными стержнями образец с  $h > \lambda$  ( $\lambda$  – длина волны УЗ), как это принято в традиционных акустических экспериментах, и измеряя  $h$  и  $\tau$ . Значения  $C$  получали, зажимая между буферными стержнями образец с  $h < \lambda$  и точно так же измеряя  $h$  и  $\tau$ . УЗИ в обоих случаях передавали вдоль  $h$ . На рис. 1 представлены результаты измерений  $C$  и  $C_y$  при  $25^\circ\text{C}$  в зависимости от дозы излучения, поглощенной образцом. Как видно, абсолютная величина  $C$  и  $C_y$  по мере увеличения дозы излучения уменьшалась линейно. Из работы [2] следует, что  $N$  возрастала по мере увеличения дозы примерно линейно на 300%. В рассматриваемом диапазоне изменения дозы излучения, поглощенной образцом, значения  $C_y$  и  $C$  уменьшались на 20 и на 500% соответственно. Таким образом, эксперимент выявил, что зависимости значений  $C_y$  и  $C$  при  $25^\circ\text{C}$  от дозы излучения, поглощенной образцом, коррелируют с соответствующими зависимостями концентрации заряженных дефектов. Причем изменения концентрации заряженных дефектов в образце влияют на величину  $C$  более существенно, чем на величину  $C_y$ . Полученный результат является весьма важным, так как он указывает на то, что чувствительность величины  $C_y$  к наличию в образце заряженных дефектов меньше чувствительности величины  $C$  примерно на порядок. Зависимости  $C$  от  $T$  исследуемых образцов представлены на рис. 2. Для исходных образцов и для образцов, поглотивших дозу 20 и 50 кГр, зависимость  $C$  от  $T$  имела осциллирующий вид. Образцы, поглотившие дозу 100 и 250 кГр, имели зависимость  $C(T)$ , близкую к линейной. Абсолютные значения  $C$  и  $dC/dT$  для них были больше нуля. У образцов, поглотивших дозу  $\gamma$ -излучения порядка 1 МГр, значение  $C$  мало изменялось при увеличении  $T$ . Во всем исследованном интервале  $T$  значение  $C$  у образцов, поглотивших дозу 1 МГр, было меньше нуля. В отличие от  $C(T)$  зависимости  $C_y(T)$  для всех образцов не имели осцилляций. У исходных образцов значения  $C_y$  мало изменялись по абсолютной величине при увеличении  $T$ . У образцов, поглотивших излучение в 20, 100 и 250 кГр и 1 МГр, с увеличением  $T$  величина  $C$  возрастала в пределах 10 - 30%.

Таким образом, из эксперимента следует, что изменение качественного состава заряженных дефектов в исследуемых образцах не приводило к существенным изменениям значений  $C_y$  и формы температурной зависимости  $C_y$ . Наблюдалось лишь небольшое изменение угла наклона зависимостей  $C_y(T)$  к оси  $T$  для образцов, содержащих качественно различные типы заряженных дефектов. Например, у образцов, в которых авторы [2] регистрировали дефекты типа  $F$ -центров, значение  $dC/dT$  было около  $20 \text{ м с}^{-1} \text{ К}^{-1}$ , а для образцов, содержащих, согласно данным работы [2], коллоидальные частицы металла, значение  $dC/dT$  было

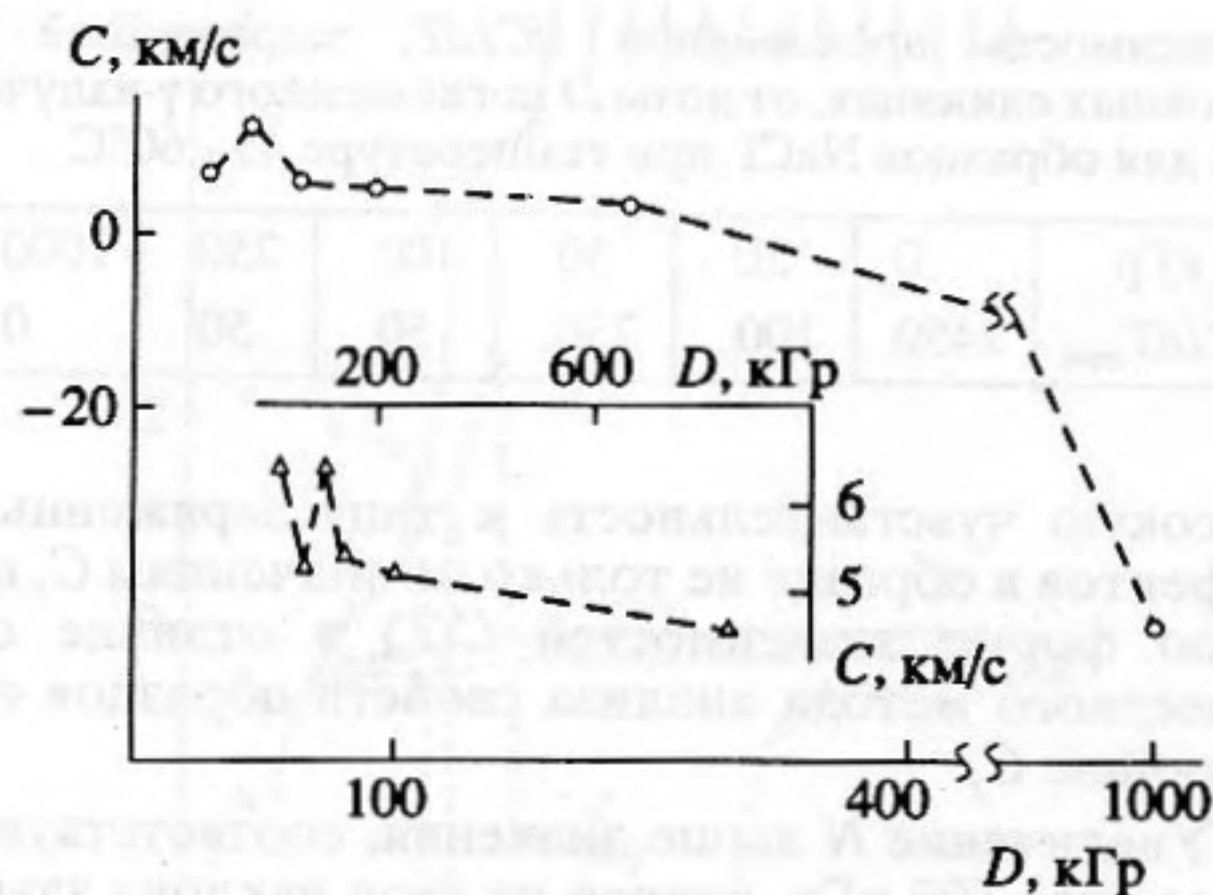


Рис. 1. Зависимость скорости продольных волн  $C_y$  (а) и эффективной скорости волн  $C$  (б) от дозы  $\gamma$ -излучения, поглощенной монокристаллом NaCl. Доза излучения представлена в системе единиц СИ – в Грэях (1 Грэй равен 1 Дж/кг).

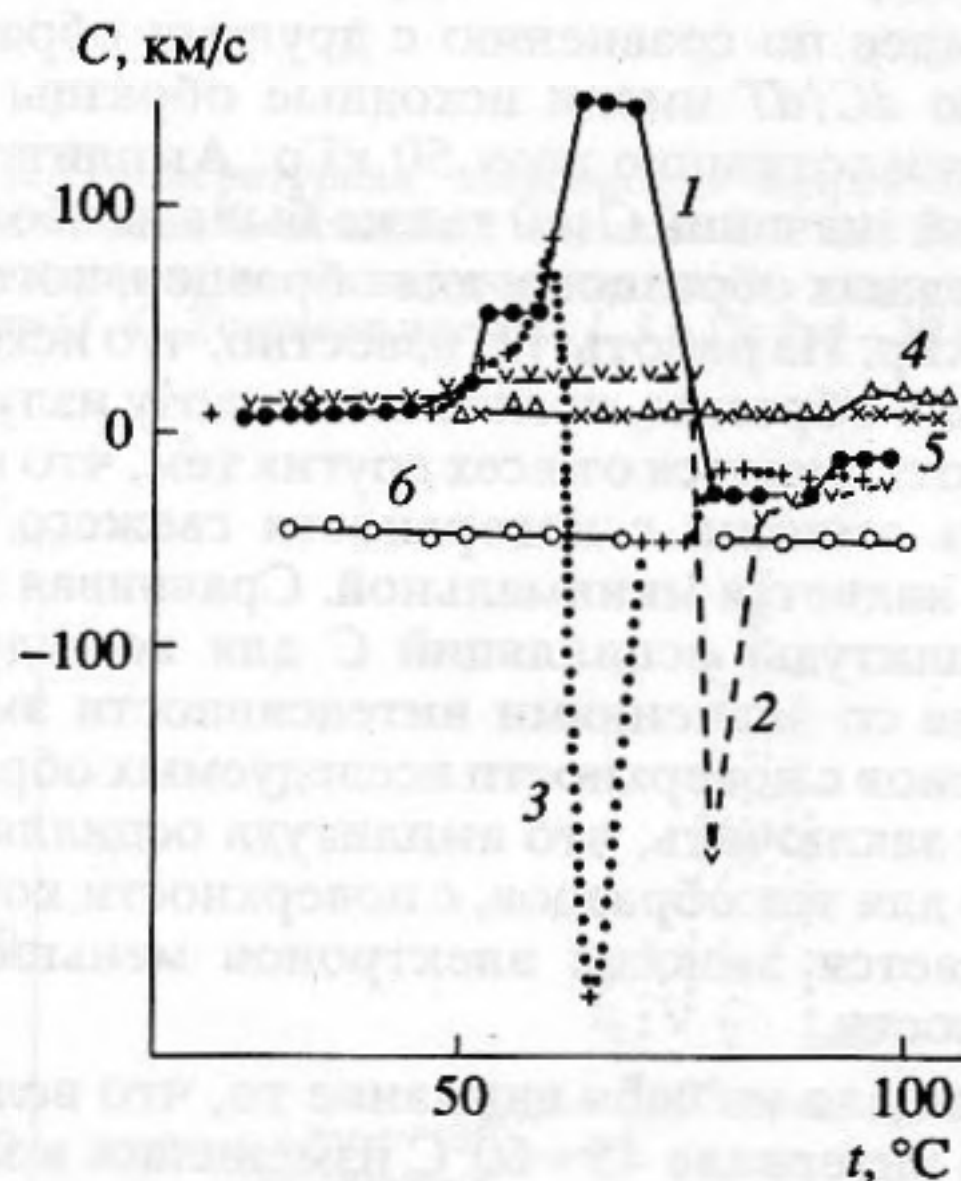


Рис. 2. Температурные зависимости эффективной скорости УЗИ в монокристаллах NaCl, поглотивших различную дозу  $\gamma$ -излучения: 1 – исходный образец; 2 – 20 кГр; 3 – 50 кГр; 4 – 100 кГр; 5 – 250 кГр; 6 – 1 МГр.

около  $6 \text{ м с}^{-1} \text{ К}^{-1}$ . В исходном диэлектрике, содержащем дефекты типа  $F$ -центров, величина  $C$  при  $25^\circ\text{C}$  была больше нуля. В диэлектрике, поглотившем дозу 1 МГр, содержащем коллоидальные частицы металла, наблюдали  $C < 0$ . У исходного диэлектрика, имеющего малые значения  $N$ , форма зависимости  $C(T)$  была осциллирующей. Увеличение  $N$  приводило сначала к увеличению амплитуды осцилляций зависимости  $C(T)$ , а затем – к изменению формы этой зависимости: она становилась линейной. Таким образом, метод ЭАС обнаружил в рассматриваемом эксперименте

Зависимость производной  $dC/dT$ , выраженной в условных единицах, от дозы  $D$  поглощенного  $\gamma$ -излучения для образцов NaCl при температуре 45 - 60°C

$D$ , кГр	0	20	50	100	250	1000
$dC/dT_{\text{отн}}$	2450	100	750	50	50	0

высокую чувствительность к типу заряженных дефектов в образце не только по значениям  $C$ , но и по форме зависимостей  $C(T)$  в отличие от известного метода анализа свойств образцов по величине  $C_y$ .

Увеличение  $N$  выше значения, соответствующего дозе 100 кГр, влияло на угол наклона зависимости  $C(T)$  (как и для зависимости  $C_y(T)$ ). Например, для образцов, поглотивших дозу излучения порядка 100 кГр,  $dC/dT$  составляло около  $150 \text{ м с}^{-1} \text{ К}^{-1}$ ; для образцов, поглотивших дозу 250 кГр, — примерно  $70 \text{ м с}^{-1} \text{ К}^{-1}$ , а после поглощения образцом дозы 1 кГр значение  $dC/dT$  было близко к нулю.

Большее по сравнению с другими образцами значение  $dC/dT$  имели исходные образцы и образцы, поглотившие дозу 50 кГр. Амплитуда осцилляций значений  $C > 0$  также была наибольшей для исходных образцов и для образцов, поглотивших 50 кГр. Из работы [2] известно, что исходные образцы и образцы, поглотившие дозу излучения 50 кГр, отличаются от всех других тем, что интенсивность эмиссии с поверхности свежего скола для них является минимальной. Сравнивая значения амплитуды осцилляций  $C$  для исследуемых образцов со значениями интенсивности эмиссии электронов с поверхности исследуемых образцов, следует заключить, что амплитуда осцилляций  $C$  больше для тех образцов, с поверхности которых наблюдается эмиссия электронов меньшей интенсивности.

Обращало на себя внимание то, что величина  $dC/dT$  в интервале 45 - 60°C изменялась в зависимости от дозы поглощенного образцом излучения по закону, близкому к экспоненциальному (таблица). Эта особенность зависимостей  $C(T)$  может отражать различия энергетических состояний заряженных дефектов в исследуемых образцах и различия в глубине их залегания от поверхности образца.

Образцы, выбранные для проведения исследования, были, как и модельные образцы, хорошо исследованы в традиционных условиях постановки эксперимента [8]. Заведомо известно, что в пленках поликарбоната (ПК), как и в модельных образцах, имеются РНЗ. Пленки ПК вследствие этого представляют собой электреты со случайным заполнением ловушек электронами. Заполнение ловушек происходит в технологических процессах, связанных с получением пленки [1, 8].

Нами были исследованы пленки ПК фирмы "Байер" (ФРГ) толщиной 15 и 30 мкм. Кроме ис-

ходных пленок ПК исследовали пленки, выдержанные в электрическом поле коронного разряда (ЭПКР). В этих пленках количество электронов в ловушках и глубина их залегания от поверхности возрастают. Пленки выдерживали в ЭПКР в течение 15 мин при температуре 120°C при разности потенциалов на электродах 4 кВ.

Результаты исследования пленок ПК представлены на рис. 3 и 4. Исходные пленки, имеющие толщину 15 и 30 мкм, давали в эксперименте однотипные, монотонные зависимости  $C(T)$ , близкие к экспоненциальным. Во всем исследованном диапазоне  $T$  наблюдали значения  $C < 0$ . Эти значения при  $T \geq 40^\circ\text{C}$  мало изменялись численно, как и в случае модельных образцов, содержащих коллоидальные частицы металла.

В результате выдержки пленок ПК в ЭПКР форма  $C(T)$  зависимости изменялась различным образом для пленок различной толщины. Пленки толщиной 15 мкм сохраняли ту же форму зависимости  $C(T)$ , что и у исходной пленки. Однако зависимость  $C(T)$  пленки толщиной 15 мкм, выдержанной в ЭПКР, возрастала по мере повышения  $T$  более круто. Пленки ПК толщиной 30 мкм после их выдержки в ЭПКР имели осциллирующую зависимость  $C(T)$ . Наиболее существенно  $C$  изменялось по величине для исходных пленок толщиной 15 и 30 мкм примерно до 40°C. После выдержки пленок толщиной 15 мкм в ЭПКР заметные изменения  $C$  затягивались примерно до 60°C. В пленках ПК толщиной 30 мкм существенные изменения  $C$  имели место во всем исследованном диапазоне  $T$ .

Приведенное в настоящей работе изучение ПК, как и исследования авторов [1, 8], указывает на наличие в пленках ПК РНЗ. Основанием для такого заключения является отклонение измеряемого параметра  $C$  от величины  $C_y$  для исследуемых образцов. Наиболее вероятным источником РНЗ являются дефекты структуры. Так как в случае всех исследованных пленок толщиной 15 мкм и в случае исходных пленок толщиной 30 мкм величина  $C$  увеличивается по мере увеличения  $T$ , то, принимая во внимание результаты модельных опытов, можно заключить, что по мере повышения  $T$  величина  $N$  для этих образцов возрастает. Темп изменения  $N$  в образцах толщиной 15 мкм, выдержанных в ЭПКР, в диапазоне изменения  $T$  от 25 до 60°C существенно возрастал по сравнению с темпом изменения  $N$  исходных образцов в том же интервале значений  $T$ . На это указывает увеличение  $dC/dT$  в отмеченном диапазоне изменения  $T$  после выдержки образцов в ЭПКР.

Пленки ПК толщиной 30 мкм после их выдержки в ЭПКР обнаруживали неустойчивые значения  $C$  по мере увеличения  $T$ , что, очевидно, свидетельствует о немонотонном изменении  $N$  вследствие развития неустойчивостей состояний РНЗ в исследуемом диапазоне изменения  $T$ .

Наиболее вероятной областью локализации заряженных дефектов в исходных пленках ПК является, видимо, поверхность пленки. Такое предположение о локализации РНЗ можно сделать на основе следующих фактов: форма зависимости  $C(T)$  пленок близка к форме энергетического спектра НЗ на поверхности, который принято считать экспоненциальным [9]. Химическая индивидуальность материала не отражалась на форме зависимости  $C(T)$  пленок ПК. Аналогичные по форме зависимости  $C(T)$  наблюдали ранее и для других материалов ([10] и др.).

Воспроизведение формы зависимости  $C(T)$  пленки ПК толщиной 15 мкм после выдержки ее в ЭПКР указывало на то, что передислокация РНЗ в объем пленки в этом случае маловероятна. Отступления от экспоненциальной формы зависимости  $C(T)$  в случае пленки ПК толщиной 30 мкм могут быть связаны со стохастическими переходами РНЗ между слоями на поверхности и в объеме материала.

В связи с выявленной аналогией в значениях  $C$  пленок ПК и модельных образцов, содержащих коллоидальные частицы металла, представляло интерес изучить температурную зависимость поглощения  $\Gamma$  энергии УЗИ образцов, так как, имея такие зависимости, можно получить дополнительные подтверждения о наличии в образце коллоидальных частиц металла. Известно, что при наличии РНЗ в образце, при определенных значениях скорости движения НЗ, величина поглощения  $\Gamma$  становится меньше нуля [6]. Эксперименты по измерению  $\Gamma$  по первой полуволне сигнала, выполненные с погрешностью 5%, выявили, что в пленках толщиной 15 мкм после их выдержки в ЭПКР наблюдается  $\Gamma < 0$  (рис. 4).

Выдержка образцов ПК толщиной 15 мкм в ЭПКР резко повлияла на величину и характер изменения поглощения в области 70 - 100°C, где, как следует из литературы [8], имеет место релаксационный процесс неизвестной природы. Так как в эксперименте величина  $\Gamma$  и форма зависимости  $\Gamma(T)$  существенно изменились в результате выдержки образца в ЭПКР без существенного изменения значений  $C$ , то можно заключить, что наблюдаемый в рассматриваемом диапазоне  $T$  релаксационный процесс связан с изменениями в состояниях РНЗ, которые не сопровождаются резкими изменениями их концентрации. Видимо, за эту релаксацию отвечают энергетические изменения в состоянии РНЗ.

Сопоставим результаты, изложенные выше, с известными данными. В экспериментах на модельных образцах наблюдали уменьшение  $\tau$  при практически постоянном  $h$ . Это эквивалентно увеличению скорости волн. В литературе описан случай, хотя и слабого, но заметного снижения темпа убывания  $C_y$  по мере увеличения  $T$ . Он относится к области фазового перехода в магнит-

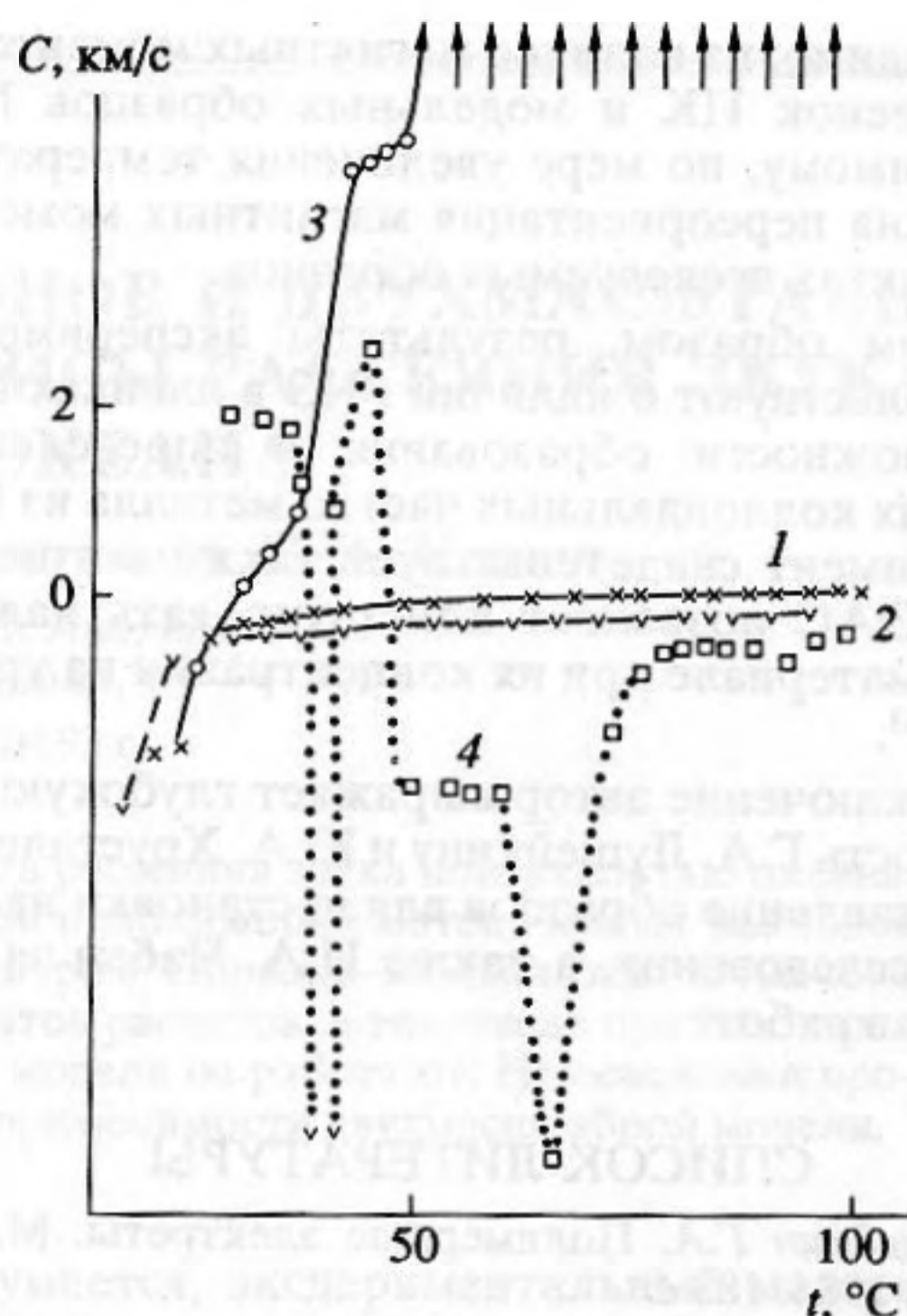


Рис. 3. Температурная зависимость эффективной скорости волн в исходных пленках ПК (1, 2) и в выдержанных в электрическом поле коронного разряда (3, 4). Толщина пленок: 1, 3 - 15; 2, 4 - 30 мкм.

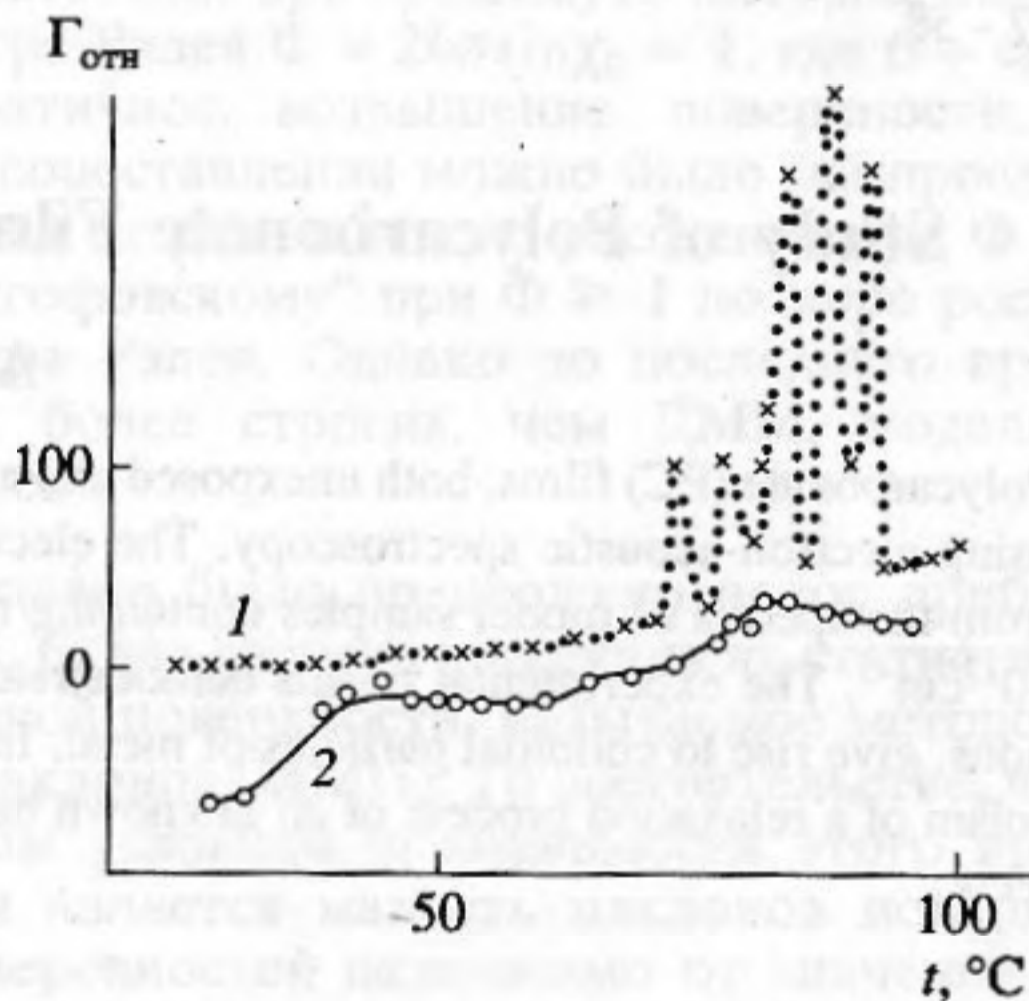


Рис. 4. Температурная зависимость поглощения волн в пленках ПК толщиной 15 мкм до их выдержки (1) и после их выдержки (2) в электрическом поле коронного разряда.

ных материалах, связанного с переориентацией магнитного момента [11]. Известно также, что единичный дефект обладает магнитным моментом [12]. Наблюдаемая единая тенденция увеличения скорости передачи энергии от источника волн к приемнику, имевшая место как в наших экспериментах, так и в известном случае, указы-

вает, видимо, на наличие магнитных моментов на РНЗ пленок ПК и модельных образцов NaCl. По-видимому, по мере увеличения температуры возможна переориентация магнитных моментов на дефектах исследуемых образцов.

Таким образом, результаты экспериментов свидетельствуют о наличии РНЗ в пленках ПК и о возможности образования в определенных условиях коллоидальных частиц металла из РНЗ. Эксперимент свидетельствует также о том, что метод ЭАС позволяет констатировать наличие РНЗ в материале при их концентрации на уровне  $10^{17} \text{ см}^{-3}$ .

В заключение автор выражает глубокую благодарность Г.А. Луцейкину и Ю.А. Хрусталеву за предоставление образцов для постановки настоящего исследования, а также И.А. Чабан за поддержку в работе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луцейкин Г.А. Полимерные электреты. М.: Химия, 1984. 183 с.
2. Хрусталева Ю.А., Сердюк О.М., Савенко В.И., Бардышев И.И., Дерягин Б.В. Эмиссия электронов с энергиями  $10^4 - 10^5$  эВ при разрушении  $\gamma$ -облученных кристаллов NaCl // Коллоид. журн. 1986. Т. XIVIII. № 3. С. 520 - 527.
3. Волкова А.В. Метод электронно-акустической спектроскопии // Завод. лаб. 1987. Т. 53. № 8. С. 57 - 58.

4. Tanaka A., Nitta K., Onogi S. Ultrasonic Velocity and Attenuation of Polymeric Solids under Oscillatory Deformation: Apparatus and Preliminary Results // Polymer Engineering and Sci. 1989. V. 28. № 16. P. 1124 - 1130.
5. Перепечко И.И. Акустические методы исследования полимеров. М.: Химия, 1973. 295 с.
6. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / Под ред. Голяминой И.П. М.: Сов. энциклопедия, 1979. 400 с.
7. Канер Э.А., Яковенко В.М. Гидродинамические неустойчивости в твердофазной плазме // Успехи физ. наук. 1975. Вып. 1. С. 41 - 72.
8. Электреты. Проблемы прикладной физики / Под ред. Сесслера Г. М.: Мир, 1983. 486 с.
9. Гутман Ф., Лайонс Л. Органические полупроводники / Под ред. Франкевича Е.Л. М.: Мир, 1970. 695 с.
10. Волкова А.В., Горбунов М.А. Об исследовании дисперсных частиц с применением ультразвуковой техники // Коллоид. журн. 1990. Т. 32. № 3. С. 566 - 568.
11. Кабыченков А.Ф., Шавров В.Г. Нелинейные магнитоупругие волны в легкоплоскостных магнетиках // ЖЭТФ. 1989. Т. 95. № 2. С. 580 - 587.
12. Жорин В.А., Махоткин В.Е., Фредков В.А., Ениколопан Н.С. Магнетизм бикомпонентных смесей после пластического течения под высоким давлением // Докл. АН СССР. 1987. Т. 297. № 6. С. 1404 - 1406.

## Study of Polycarbonate Films by Electron-Acoustic Spectroscopy

A. V. Volkova

Polycarbonate (PC) films, both unexposed and exposed to the electric field of a corona discharge, were studied, using electron-acoustic spectroscopy. The electron-acoustic spectra obtained for the PC films did not differ from the spectra of model samples containing negatively charged defects with concentrations of the order of  $10^{17} \text{ cm}^{-3}$ . The experimental results demonstrate the presence of charged defects, which, under certain conditions, give rise to colloidal particles of metal. In addition, the results point to a connection between the mechanism of a relaxation process of an unknown nature (noted in the literature) and the relaxation of charged defects.