

как для высокоомных, так и для низкоомных диодов Ганна могут быть подобраны длительность и скважность импульсов, при которых долговременная нестабильность практически одинакова для любого типа диодов. В то же время генерируемая мощность у низкоомных диодов в импульсном режиме по-прежнему остается существенно большей, чем у высокоомных. При этом максимальная длительность питающего импульса для низкоомных диодов, при которой исчезает различие в нестабильности для различных типов диодов (~ 100 мкс при скважности 8), меньше, чем для высокоомных (~ 200 мкс при той же скважности). Последнее подтверждает предположение об определяющей роли установления теплового режима диода на величину долговременной нестабильности характеристик генератора. Таким образом, при импульсном питании, используя диоды с повышенным уровнем легирования (низкоомные), можно повысить генерируемую диодом мощность, не повышая нестабильности его основных характеристик.

05;12
© 1995 г.

Журнал технической физики, т. 65, в. 10, 1995

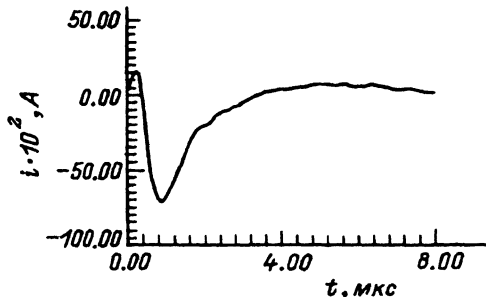
ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ ПОЛИВИНИЛИДЕНФТОРИДНОЙ ПЬЕЗОПЛЕНКИ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ПРОБИТИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ СФЕРИЧЕСКИМ ЭЛЕМЕНТОМ

В.В. Якушев

Институт химической физики РАН,
142432, Черноголовка, Московская область, Россия
(Поступило в Редакцию 13 июля 1994 г.)
В окончательной редакции 1 декабря 1994 г.)

Электрически поляризованные пленки органического сегнетоэлектрика поливинилиденфторида (ПВДФ) в настоящее время широко используют в качестве чувствительных элементов датчиков динамического давления. Преимущества таких датчиков, их конструктивные особенности, способы изготовления, калибровка и конкретные области применения рассмотрены в многочисленных публикациях (см., например, [1-6]). Отмечено, в частности [5], что при сжатии плоскими волнами вплоть до давлений на уровне 10 ГПа погрешность измерений давления может составлять примерно 5%, причем датчик записывает как профиль волны сжатия, так и разгрузки.

Важным, но пока не проработанным является вопрос границ применимости ПВДФ датчиков, когда характер динамического нагружения отклоняется от строго одномерного и чувствительный элемент претерпевает быстрые упругие и пластические деформации растяжения или сдвига. В качестве примера можно привести работу [6], где была сделана попытка измерить пиковое давление, возникающее при разрыве миниатюрного электродетонатора. При этом, несмотря на то что площадь чувствительной зоны датчика составляла всего 1 мм^2 ,



Экспериментальная осциллограмма.

рассчитанная из показаний датчика величина давления из-за неоднородности нагружения оказалась на 35% ниже величины, оцененной на основе лазерных интерферометрических измерений массовой скорости за ударным фронтом.

Вообще говоря, в процессе пластической деформации пьезопленки можно ожидать возникновения новых явлений, таких как увеличение неравновесной электропроводности материала или разрушения его поляризации (деполяризация). Последнее явление может возникнуть как за счет быстрой тепловой релаксации остаточной поляризации, так и вследствие "механического" нарушения дипольной упорядоченности, сформировавшейся в процессе поляризации полимера.

В настоящей работе с целью создания в ПВДФ пьезопленке высоких скоростей деформаций растяжения и сдвига использовали удар стального шарика диаметром 7 мм, разогнанного до высокой скорости пороховым метательным устройством. В экспериментах использовали одноосно ориентированную поляризованную пленку марки Ф2-МЭ толщиной 30 мкм, выпускаемую охтинским НПО "Пластполимер". Ее основные характеристики можно найти в [7]. Пленка имела с обеих сторон напыленные в вакууме алюминиевые электроды. Образцы для испытаний имели электрическую емкость $C_0 \cong 5$ нФ. Их наклеивали на стеклотекстолитовые подложки толщиной 1 мм. Удар производился по нормали к подложке со стороны пленки. Ее ориентация соответствовала положительному знаку продольного пьезоэффекта. Электрический сигнал, генерируемый пленкой в момент удара, по согласованному с обеих сторон коаксиальному кабелю подавался на вход цифрового осциллографа С9-16. Эффективное входное сопротивление R_e измерительного тракта составляло 25 Ом, что соответствует постоянной времени $R_e C_0 \cong 0.12$ мкс.

Характерная осциллограмма, полученная при скорости шарика 0.67 км/с, представлена на рисунке. Видно, что на начальной стадии взаимодействия регистрируется короткий положительный электрический сигнал пьезоэлектрического отклика, который должен возникать как за счет продольного сжатия пленки, так и ее поперечного растяжения в упругой области. Однако уже через 0.4 мкс знак тока становится отрицательным, что однозначно свидетельствует о развитии быстрого разрушения поляризованного состояния пленки. Величина выделившегося заряда, полученная интегрированием импульса тока деполяризации, в данном опыте составила 0.84 мкКл через 3.4 мкс от момента касания шариком пленки (переход сигнала через нуль). В это время

площадь контакта шарика с пленкой составляла 0.338 см^2 , отсюда величина удельной деполяризации, усредненная по площади контакта, равна примерно 2.5 мкКл/см^2 .

Следует отметить, что отрицательный ток наблюдается в течение времени, заметно меньшего, чем полное время взаимодействия шарика с пленкой. Это может быть связано, например, с увеличением вклада пьезоэффекта в суммарный сигнал на конечных стадиях проникания.

В опытах скорость шарика варьировали от 0.23 до 1.1 км/с . При этом во всех экспериментах были получены качественно подобные зависимости тока от времени. Их результаты показывают, что учет деполяризации ПВДФ пьезопленки может потребоваться при интерпретации сигналов датчиков давления, если динамическое нагружение отклоняется от одномерного. С другой стороны, наблюдаемое явление можно положить в основу создания датчиков высокоскоростного удара и проникания, сигнал которых несет информацию о пространственно-временных характеристиках этих процессов.

Список литературы

- [1] *Bauer F.* // Shock Waves in Condensed Matter / Ed. W.J.Nellis, S.Seaman, R.A.Graham. 1982. P. 251.
 - [2] *Charest J.A., Lynch C.S.* // Shock Compression of Condensed Matter // Ed. S.C.Schmidt, R.D.Dick, J.W.Forbes, D.G.Tasker. Elsevier Science Publishers B.V., 1992. P. 897–900.
 - [3] *Gustavson P.K., Tasker D.G., Forbes J.W.* // Ibid. P. 905–908.
 - [4] *Уртьев П.А.* // Хим. физ. 1993. Т. 12. № 5. С. 579–601.
 - [5] *Chartagnak P., Decaso P., Jimenez B. et al.* // Bull. Amer. Phys. Soc. 1991. Vol. 36. N 6. P. 1852.
 - [6] *Moore L.M., Graham R.A., Reed R.P.* // IX Intern. Symp. on Detonation. 1989. P. 676–683.
 - [7] *Шерман М.Я., Лесных О.Д., Владер Н.Б. и др.* // Пласт. массы. 1990. № 10. С. 46–48.
-