

ЭФФЕКТ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ НА ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ

*М. И. Бродзели, М. Д. Дохнер, И. А. Елигулашвили,
М. Д. Канделаки, А. А. Берлин, В. В. Кузина, А. И. Шерле*

Ранее было показано [1], что изменение состава или типа полимерных ион-радикальных солей тетрацианхинодиметана (ТЦХМ) сопровождается изменением степени их упорядоченности, что, в свою очередь, отражается на электрофизических характеристиках таких систем. Возможность широкого варьирования степени упорядоченности, связанной с электрофизическими свойствами, давала основание предположить, что на полимерных ион-радикальных солях ТЦХМ могут быть реализованы эффекты, характерные для неорганических полупроводников [2, 3]. В качестве объектов исследования нами были выбраны ион-радикальные соли ТЦХМ и поли-2-метил-5-этилпиридина.

Ион-радикальные соли синтезировали методом, описанным ранее [1]. Пленки толщиной от 20 до 50 мкм получали испарением раствора соли в ДМФА на подложке с предварительно нанесенным электродом (Ag, Al, Sn). Второй контакт либо напыляли сверху, либо использовали прижимной графитовый стержень. Измерения проводили как в вакууме, так и в атмосфере аргона. Напряжение подавали от генератора низких частот (10^{-1} – 10^{-2} Гц).

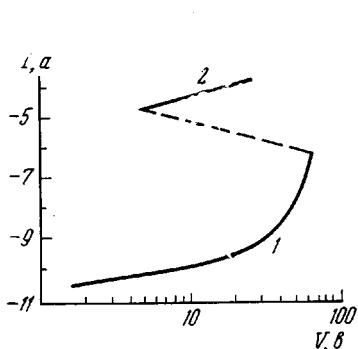


Рис. 1

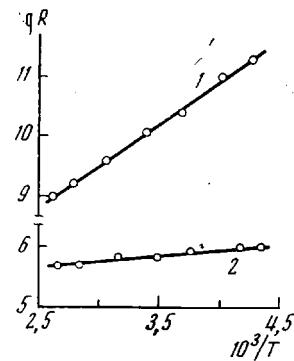


Рис. 2

Рис. 1. Вольт-амперные характеристики образца толщиной 25 мкм до (1) и после переключения (2)

Рис. 2. Температурный ход сопротивления R при напряжениях на линейном участке зависимости $I-V$ ($\Delta E=1$ эв) (1) и после перевода образца в низкоомное состояние ($\Delta E=0,1$ эв) (2)

Как видно из рис. 1, за «омическим» участком следует область нелинейной зависимости. При некотором критическом напряжении V_k имеет место эффект переключения — сопротивление образца резко падает и возрастает при этом ток поддерживается напряжением 5–10 в. Процесс полностью обратим, и при снятии напряжения высокое сопротивление образца восстанавливается. Наблюдаемый эффект имеет место при любой полярности, независимо от материала электродов.

Образцы обнаруживали эффект переключения несколько сот раз, после чего необратимо переходили в низкоомное состояние.

При напряжении, намного превышающем критическое, сопротивление образцов также необратимо уменьшалось, достигая величины, соответствующей сопротивлению в состоянии проводимости при переключении, а вольт-амперная зависимость становилась линейной.

Характерно, что при переключении происходило изменение не только величины, но и температурной зависимости сопротивления. Как видно из

рис. 2, при переходе образца из высокоомного в низкоомное состояние энергия активации сопротивления изменялась от 1,0 до 0,1 эв.

В последние годы эффект переключения был обнаружен на некоторых органических материалах [4–6]. Полученные нами результаты показывают, что этот эффект может быть реализован и на полимерных системах. Это, возможно, откроет новые перспективы практического использования таких полимеров для создания тонкопленочных активных элементов.

Институт кибернетики АН ГрузССР
Институт химической физики АН СССР

Поступила в редакцию
11 IX 1973

ЛИТЕРАТУРА

1. A. И. Шерле, В. В. Кузина, Т. И. Андрианова, Р. М. Асеева, С. М. Межиковский, Е. Ф. Разводовский, О. Г. Сельская, А. А. Берлин, Высокомолек. соед., А16, 2041, 1974; А. А. Дулов, А. И. Шерле, М. Я. Кушнерев, Е. Ф. Разводовский, В. В. Кузина, Л. А. Абрамова, А. А. Берлин, Высокомолек. соед., Б16, 83, 1974.
2. S. R. Ovshinsky, Physics Letters, 21, 1450, 1968.
3. C. F. Drake, J. F. Scanlon, J. Non-Crystalline Solids, 2, 148, 1970.
4. A. Szymanski, D. C. Larson, M. M. Labes, Appl. Phys. Letters, 14, 3988, 1969.
5. H. Carchano, R. Lacoste, J. Segui, Appl. Phys. Letters, 19, 414, 1971.
6. В. Н. Бережной, И. И. Гриценко, М. В. Курик, Микроэлектроника, 2, 173, 1973.

УДК 541.64:542.954

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОТВЕРЖДЕНИЯ НА ТЕРМОУПРУГИЕ СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ, ОТВЕРЖДЕННЫХ АМИНАМИ АЛИФАТИЧЕСКОГО ТИПА

И. З. Чернин, М. Н. Злобина

В [1, 2] установлено, что процессы структурирования эпоксидных композиций, отвержденных алифатическими аминами без прогревания, протекают не полностью. Поэтому при температурах выше температур размягчения T_p протекают процессы их дальнейшего структурирования. В результате, суммарное значение T_{p_c} композиции может быть представлено зависимостью

$$T_{p_c} = T_{p_x} + \Delta T_{p_n}, \quad (1)$$

где T_{p_x} — температура размягчения композиции, отверженной без прогревания, ΔT_{p_n} — повышение температуры размягчения композиции вследствие ее прогрева.

В большинстве работ, однако, часто подходят с одинаковым критерием в оценке свойств полимерных систем, отвержденных при комнатной и при повышенных температурах. В результате этого не учитываются возможные изменения свойств композиций, подвергающихся нагреву, вследствие изменения их структуры. Поэтому в литературе практически отсутствуют данные о реальных свойствах подобных композиций при температурах выше их T_{p_x} .

Между тем, можно предположить, что в области температур T_{p_x} свойства отвержденных эпоксидных композиций должны претерпевать значительные изменения и их исследование несомненно представляет научный и технический интерес.

Данная работа посвящена исследованию термоупругих свойств эпоксидных композиций с незавершенным процессом структурирования, начиная от их T_p до 150°.

Объектами исследования служили композиции на основе эпоксида марки ЭД-5 ($M_n=450$), отверженные полиэтиленполиамином (ПЭПА) — 10 вес. ч. на 100 вес. ч. смолы (I); тем же отвердителем + 30 вес. ч. тиокола НСБ, $M_n=1200,6$, $\eta=-99$ пуз (II) и низкомолекулярным полиаминоамидным олигомером марки ПО-300 (продукт ПО-300) с аминным числом 290 (30 вес. ч. на 100 вес. ч. ЭД-5) (III).

Их отверждение проводили при 20° до достижения постоянного значения T_{p_x} без прогревания или с последующим прогреванием при 120° в течение 3 час. Термомеханические (температура размягчения и модуль) свойства и относительное изменение объема определяли по методике [3].