

ставляется, что именно измерение образцов ПЭУМ, далеких от состояния равновесия с дефектной организацией жестких сегментов не дало возможности в работах [6–8] выделить полосы Амид II, связанные именно с теми полосами Амид I, для которых наблюдается инверсия дихроизма.

Для чистых ПЭУ с высокой степенью микрофазного разделения, несмотря на то, что полоса Амид II не является индивидуальной полосой, как и для ПЭУМ, четко проявляется инверсия дихроизма, обратная инверсии полосы Амид I (рис. 2, г).

Таким образом, для образцов ПЭУ и ПЭУМ с выраженным и контролируемым микрофазным разделением наблюдается инверсия дихроизма как полосы Амид I, так и Амид II, когда достаточно надежно удается отнести эти полосы к функциональным группам, находящимся в одном состоянии. Не меняя своей конформации, уретановый (мочевинный) сегмент служит своеобразной внутренней меткой, позволяющей по дихроизму полос поглощения входящих в него функциональных групп следить за ориентацией в процессе деформации надмолекулярного образования, в состав которого он входит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Estes G. M., Seymour R. W., Cooper S. L. Macromolecules, 1971, v. 4, № 4, p. 452.
2. Seymour R. W., Allegrezza A. E., Cooper S. L. Macromolecules, 1973, v. 6, № 1, p. 896.
3. Ishihara H., Kimura I., Saito K., Ono H. J. Macromolec. Sci. B, 1974, v. 10, № 4, p. 591.
4. Kimura I., Ishihara H., Ono H., Yoshihara N., Nomura S., Kawai H. Macromolecules, 1974, v. 7, № 3, p. 355.
5. Sung C. S. P., Hu C. B. Macromolecules, 1981, v. 14, № 1, p. 212.
6. Храновский В. А. Докл. АН СССР, 1979, т. 244, № 4, с. 408.
7. Храновский В. А. Высокомолек. соед. А, 1980, т. 22, № 6, с. 1380.
8. Храновский В. А., Гулько Л. П. Высокомолек. соед. А, 1983, т. 25, № 1, с. 107.
9. Китухина Г. С., Жарков В. В. Высокомолек. соед. А, 1981, т. 23, № 10, с. 2251.
10. Батулов В. Н., Лаптий С. В., Гайдук Р. Л., Керча Ю. Ю. Высокомолек. соед. А, 1981, т. 23, № 11, с. 2470.
11. Bonart R. J. Macromolec. Sci. B, 1968, v. 2, № 1, p. 115.
12. Коллова Т. В. Дис. на соискание уч. ст. канд. хим. наук. Киев: ИХВС АН УССР, 1978, с. 183.
13. Крючков Ф. А., Лобанова Л. В. Высокомолек. соед. А, 1981, т. 23, № 11, с. 2504.
14. Храновский В. А., Матюшов В. Ф., Гриценко Т. М., Криницина Н. А., Небашевская Н. С. В кн.: Синтез и физикохимия полимеров. Киев: Наук. думка, 1978, вып. 23, с. 22.

Всесоюзный научно-исследовательский
институт синтетических смол

Поступила в редакцию
19.X.1984

УДК 541.64:539.3

РЕЛАКСАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ЗАРЯДА ПРИ ДЕФОРМИРОВАНИИ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК ИЗ ПЕНТАПЛАСТА

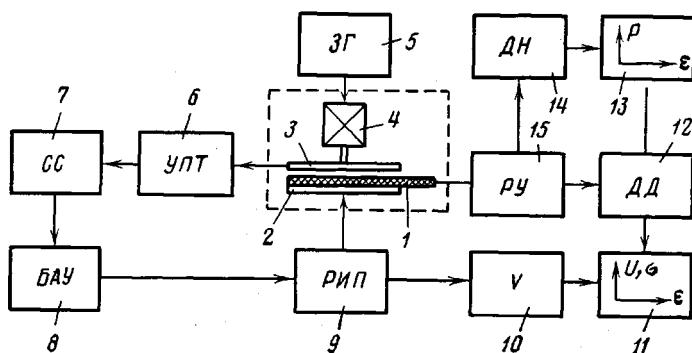
**Воронежцев Ю. И., Гольдаде В. А., Пинчук Л. С.,
Снежков В. В.**

Одноосное растяжение полимерных пленок приводит к росту плотности поверхностных электрических зарядов, так как деформирование полимеров, особенно в стеклообразном состоянии, сопровождается образованием и ростом микротрещин, что обуславливает появление заряда на пленке вследствие эмиссии электронов [1]. При деформировании полимерных электретов может наблюдаться некоторое снижение плотности поверхностного заряда, вызванное разрушением структурных ловушек и освобождением из них электронов [2]. На этот процесс влияет переход полимеров в ориентированное состояние, приводящий к значительному уменьшению поверхностного заряда [3]. Величина поверхностного заряда электретов зависит также от наполнения полимерного материала и изменения при его деформировании расположения в полимерной матрице частиц напол-

нителя, которые могут находиться в различных фазовых состояниях, обладать анизотропной проводимостью, неравномерно распределенным зарядом [4]. Таким образом, на величину поверхностного заряда электретов из полимерных материалов одновременно влияют несколько факторов, которые необходимо учитывать при прогнозировании электрических и связанных с ними эксплуатационных свойств изделий из пластмасс.

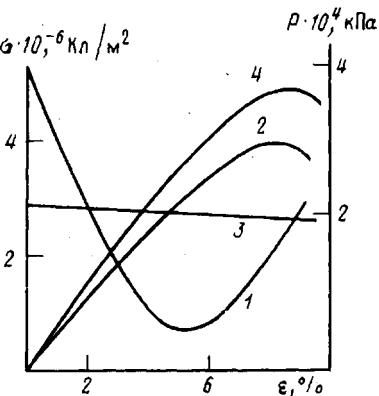
В настоящей работе исследовано влияние деформации растяжения на поверхностный заряд электретных пленок из пентапласта.

Пленки толщиной от 100 до 250 мкм получали прессованием полимерного порошка при 465 К. Перевод пленок в электретное состояние осуществляли в процессе термообработки при 470 К (на 10 К выше температуры плавления пентапласта) в течение 30 мин двумя способами: во внешнем электрическом поле напряженностью 40 кВ/см и в контакте с короткозамкнутыми обкладками из меди и алюминия без наложений внешнего поля. Образцы из пленок обоих типов подвергали деформированию со скоростью 1,5 см/мин с помощью установки, позволяющей одновременно регистрировать напряжение и деформацию при растяжении, а также измерять поверхностный заряд бесконтактным индукционным методом.



Образец 1, закрепленный на электроде 2, растягивали с помощью винтового устройства 15. Над образцом с зазором установлен измерительный электрод 3, которому сообщали вибрационные колебания от вибратора 4 с приводом от звукового генератора 5. Сигнал с измерительного электрода 3 подавали на усилитель переменного тока 6, а затем в схему сравнения 7, откуда сигнал разбаланса поступал в блок автоматического управления 8. Последний изменял компенсационное напряжение источника питания 9, замкнутого на электрод 2. С помощью двухкоординатного потенциометра 11 регистрировали величину деформации образца, пропорциональную сигналу, поступающему с датчика деформации 12, а также компенсационное напряжение U , равное напряжению между электродами 3 и 2. При калибровке потенциометра 11 использовали зависимость $\sigma = \varepsilon_0 \varepsilon U / L$, где σ — плотность поверхностного заряда в образце, ε_0 — электрическая постоянная, $\varepsilon = 3,2$ — относительная диэлектрическая проницаемость пентапласта, U — напряжение между электродами, L — толщина образца. Потенциометром 13 на двух координатах фиксировали сигналы с датчика 14 механического напряжения в образце и датчика деформации 12.

Результаты экспериментов приведены на рисунке. При деформировании пленки, электретный заряд которой сформирован во внешнем электрическом поле высокой напряженности, плотность поверхностного заряда (кривая 1) изменяется, проходя через минимум. Ниспадающий участок кривой 1 соответствует упругому деформи-



Зависимость поверхностной плотности заряда σ (1, 3) и растягивающего напряжения P (2, 4) от величины относительной деформации ε пленок из пентапласта, поляризованных во внешнем электрическом поле (1, 2) или термообработанных в контакте с короткозамкнутыми обкладками из алюминия и меди (3, 4)

рованию пленки, для которого характерен участок пропорциональности на кривой 2. Дальнейшее увеличение заряда происходит после того, как в образце развилась пластическая деформация, и зависимость 2 отклонилась от прямой линии. При таком уровне механических напряжений наиболее вероятны разрывы макромолекул и образование микротрещин в образце, а следовательно, эмиссия и захват электронов структурными ловушками полимерного материала, приводящие к увеличению плотности поверхностного заряда [1].

Деформирование пленок, поляризованных в контакте с короткозамкнутыми обкладками из разнородных металлов, практически не вызывает изменения заряда. Незначительное снижение плотности поверхностного заряда (кривая 3) во всем диапазоне деформации вплоть до разрыва образца (кривая 4) можно связать с уменьшением геометрических размеров образца при вытяжке. Это свидетельствует о том, что механизм поляризации образцов в контакте с короткозамкнутыми металлическими обкладками существенно отличается от классического механизма образования термоэлектретов путем ориентации диполей. Ранее установлено [5], что термообработка короткозамкнутых образцов металл-1 — полимер — металл-2, сопровождается переносом металла из обкладок в полимер. Металлические образования, подобные кластерам, возникают в пустотах и нерегулярностях структуры полимерной матрицы, по которым наиболее вероятно развитие микротрещин при деформировании образцов. Диффузия металлов в полимерную матрицу происходит на глубину 100—300 мкм и приводит к значительному упрочнению образцов [6]. Следовательно, зона, где наиболее вероятны разрывы материала и перераспределение носителей заряда, ограничена преимущественно объемом неупрочненного материала, удаленным от поверхности образца. Поэтому носители заряда, возникающие в процессе деформирования, не выходят на поверхность образца, и плотность поверхностного заряда практически не изменяется при деформировании. Таким образом, поляризация полимерных пленок в контакте с короткозамкнутыми обкладками из разнородных металлов приводит к стабилизации поверхностного заряда при растяжении пленок.

Полученные результаты могут служить основой для разработки метода регулирования структуры и состава поверхности полимерных материалов с особыми электрическими, фрикционными, адсорбционными, коррозионными и другими свойствами, а также методов модификации поверхности изделий из пластмасс с целью реализации оптимального сочетания механических и электрических свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дерягин В. В., Кротова И. А., Смилга В. П. Адгезия твердых тел. М.—Л.: Наука, 1973. 279 с.
2. Заревский В. А., Пахотин В. А. Высокомолек. соед. А, 1981, т. 23, № 3, с. 568.
3. Борисова М. Э., Закревский В. А., Койков С. Н., Тихомиров А. Ф. Высокомолек. соед. Б, 1983, т. 25, № 8, с. 571.
4. Лущейкин Г. А. Полимерные электреты. М.: Химия, 1976. 224 с.
5. Белый В. А., Воронежцев Ю. И., Гольдаде В. А., Неверов А. С., Пинчук Л. С. Поверхность. Физика, химия, механика, 1983, № 11, с. 65.
6. Белый В. А., Верячих И. М., Воронежцев Ю. И., Гольдаде В. А., Пинчук Л. С. Докл. АН СССР, 1984, т. 275, № 3, с. 639.

Институт механики металло полимерных систем АН БССР

Поступила в редакцию
20.X.1984