

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ВЕСТНИК

КИЕВСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА

МАШИНОСТРОЕНИЕ

ОСНОВАН В 1964 г.

Выпуск 26

КИЕВ
ИЗДАТЕЛЬСТВО ПРИ КИЕВСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ИЗДАТЕЛЬСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ
«ВЫЩА ШКОЛА»

1989

Э. С. УМАНСКИЙ, д-р техн. наук, Д. Е. ШПАК, Н. С. ШИДЛОВСКИЙ,
В. В. КРЮЧКОВ, кандидаты техн. наук,
Л. Л. СТЕЖКО, асп., В. И. ОВСЯНКИН, инж.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ УСАДКА МАГНИТНЫХ НОСИТЕЛЕЙ НА ПЭТФ-ОСНОВЕ

Магнитные носители (МН), изготавливаемые на основе пленочного полиэтилентерефталата (ПЭТФ), в последнее время нашли широкое применение для записи, хранения, воспроизведения больших массивов информации (ЭВМ, управление технологическими процессами, техника средств связи, радиовещание, телевидение).

В настоящее время ведется интенсивная разработка новых устройств с повышенной плотностью записи на несущей дорожке шириной в несколько микрон. При использовании подобных систем малейшие деформации МН могут привести к уходу дорожки из активной зоны магнитной головки и, следовательно, к искажениям или полной потере записанной информации. Поэтому стабильность размеров МН является одним из основных требований, предъявляемых к указанным объектам.

В связи с расширением области применения магнитной записи существенно увеличились температурные диапазоны эксплуатации и хранения МН, а значит, возросла вероятность возникновения и накопления температурных деформаций. Для оценки надежности работы МН в конкретных условиях эксплуатации и хранения необходимо располагать данными о соответствующих теплофизических параметрах материала МН.

Как известно, при увеличении температуры в полимерных материалах возникают деформации двух типов: температурная, возникающая одновременно с изменением межмолекулярных и межатомных расстояний; деформация температурной усадки релаксационного типа, развивающаяся с течением времени и обусловленная особенностями надмолекулярной структуры [1]. Отметим, что деформации первого типа — полностью обратимы, второй тип деформации при уменьшении температуры не исчезает. Деформации усадки особенно резко проявляются в ориентированных полимерах, к которым относится ПЭТФ-основа МН.

Таким образом, задача оценки надежности МН, работающих в широком температурном диапазоне и не подверженных существенным нагрузкам, сводится в основном к измерению температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) и изучению закономерностей накопления деформаций усадки [2].

До настоящего времени не существует стандартных методик исследования температурных деформаций и усадки тонких полимерных пленок, в частности МН. Практически отсутствуют

данные (теплофизических характеристиках указанных материалов).

В связи с этим целью данной работы является определение деформаций термической усадки на образцах нескольких МН отечественного и зарубежного производства, а также изучение ее анизотропии.

Для исследования деформаций, возникающих в тонких полимерных пленках при температурных воздействиях, в лаборатории механики полимеров Киевского политехнического института разработан и создан специальный дилатометр, позволяющий измерять деформации с точностью 5 мкм в диапазоне температур 20...100 °С при точности поддержания температуры $\pm 0,5$ °С. Образец длиной 250 мм в процессе нагрева и выдержки при заданной температуре находится в свободном состоянии. Усилие, прикладываемое к образцу лишь в момент измерения, не превышает 0,1 Н.

Измерение ТКЛР производили при быстром охлаждении (в течение 2...3 мин) от температур 100, 80, 60, 40 °С до комнатной. Деформации температурной усадки измеряли при постоянной температуре 60, 80, 100 °С, действующей на образцы в течение 6 ч. Скорость нагрева образцов от комнатной температуры до заданной составляла 2 °С в минуту. Отсчет деформации при нагреве производили при увеличении температуры на 10 °С, а при изотермической выдержке — через 15 мин. Деформацию термической усадки ε_y -материала рассчитывали по формуле

$$\varepsilon_y(t) = \varepsilon_{\text{общ}}(t) - \alpha \Delta T,$$

где $\varepsilon_{\text{общ}}$ — общая деформация образца; α — ТКЛР материала, определяемый при быстром охлаждении образцов; ΔT — изменение температуры.

В качестве объектов исследования выбраны образцы следующих материалов: ПЭТФ-основа Hostaphan (ФРГ); ПЭТФ-основа Lumigrog (Япония); материал с магнитным слоем, нанесенным по технологии фирмы Nepata (ФРГ), и ПЭТФ Lumigrog с магнитным слоем, нанесенным по отечественной технологии (Свема, СССР).

Определяли величину ТКЛР при различных температурах и изучали температурную зависимость термической усадки указанных материалов и влияние на величину усадки направления вырезки образцов из полотна материала, т. е. анизотропию теплофизических характеристик.

В каждой серии опытов испытано пять образцов материала. Экспериментальные результаты подвергали статистической обработке, определяя среднее арифметическое, стандартные отклонения и коэффициенты вариации.

Предварительные эксперименты показали, что в исследуемом температурном интервале ТКЛР полиэтилентерефталатных МН практически не зависит от температуры.

На рис. 1 представлены зависимости ϵ_y от времени для образцов ПЭТФ-основы, которые вырезали в продольном (сплошные линии) и поперечном (штриховые линии) направлениях относительно геометрической основы. Следует отметить существенную анизотропию деформаций термической усадки для обоих исследованных материалов.

Как известно, в процессе изготовления ПЭТФ-основа подвергается существенной вытяжке в продольном и поперечном направлениях с последующей термофиксацией, вследствие чего

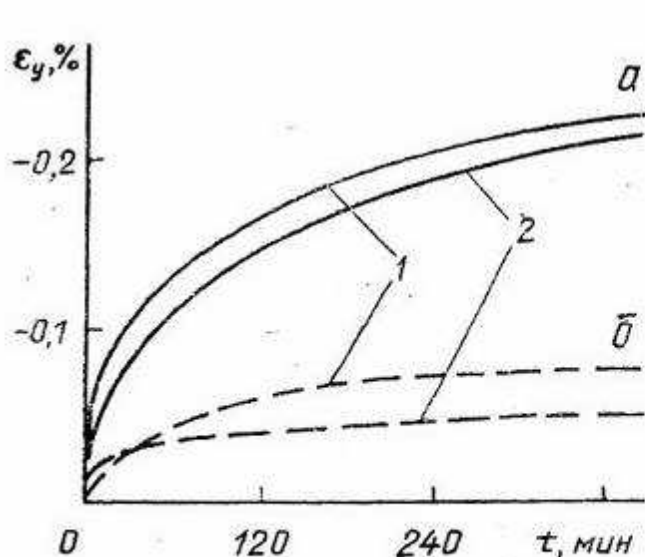


Рис. 1. Зависимости ϵ_y ПЭТФ-основы Hostaphan (1) и Lumirror (2) от времени при температуре 80 °С: а — продольный вырез образцов; б — поперечный

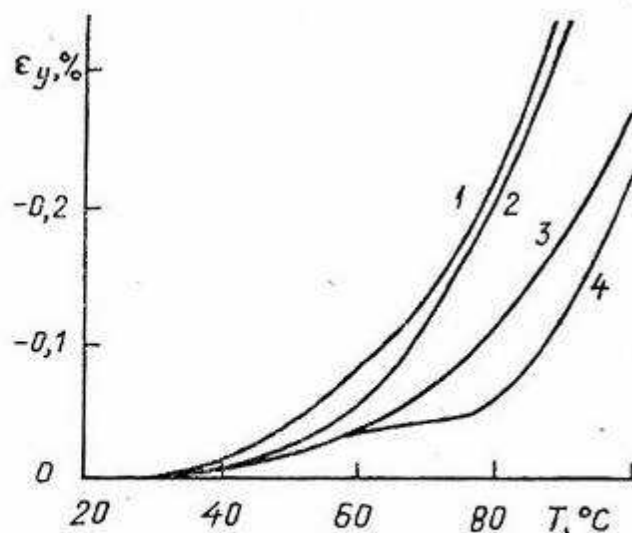


Рис. 2. Температурные зависимости ϵ_y различных материалов после 6 ч отжига: 1 — ПЭТФ-основа; 2 — ПЭТФ-основа; 3 — МН на ПЭТФ-основе; 4 — МН на ПЭТФ-основе (Свема)

происходит механическая ориентация макромолекул основы, приводящая наряду со значительным повышением прочности к увеличению анизотропии механических свойств. Термическая усадка, являющаяся, как отмечено выше, релаксационным про-

Деформация термической усадки ϵ_y магнитных носителей

Магнитные носители различных фирм	Т, °С	Время выдержки при повышенной температуре	
		15 мин	30 мин
Hostaphan	80	-0,092(20,7)	-0,111(20,43)
	100	-0,356(2,21)	-0,380(3,14)
Lumirror	80	-0,069(18,6)	-0,089(18,06)
	100	-0,304(3,58)	-0,334(2,95)
Nepata	80	-0,043(25,86)	-0,053(17,47)
	100	-0,167(8,46)	-0,181(6,31)
Свема	80	-0,011(19,08)	-0,025(23,9)
	100	-0,069(13,12)	-0,098(9,64)

Примечание. В скобках указаны коэффициенты

цессом, также обусловлена ориентационной вытяжкой основы при изготовлении [3].

Температурные зависимости деформации термической усадки исследованных материалов после 6 ч отжига, представлены на рис. 2. Наблюдается существенная нелинейная зависимость усадки от температуры испытания для всех рассмотренных материалов. При повышенных температурах МН отечественного производства (рис. 2, кривая 4) обладает лучшими теплофизическими параметрами, чем МН фирмы Nepata (кривая 3).

В таблице приведены экспериментальные данные для оценки кинетики развития процессов термической усадки.

Поскольку указанная опытная партия МН «Свема» изготовлена на ПЭТФ-основе Lumigog, можно заключить, что нанесение магнитного слоя на основу значительно понижает величину термической усадки. Это, по-видимому, объясняется нанесением магнитного слоя на основу при повышенных температурах (100 ... 160 °С) [4]. В этот период, а также при последующем охлаждении ленты происходит частичная термическая усадка и структура основы переходит в более равновесное состояние. На структурные изменения косвенно указывают также эксперименты с образцами МН на ПЭТФ-основе для малогабаритных кассет (ширина ленты 3,81 мм, толщина 0,011 ... 0,017 мм), которые подвергали циклическому деформированию при комнатной температуре. В образцах с нанесенным магнитным слоем развивались остаточные деформации, в 2—3 раза превышающие те же деформации для основы.

Аналогичное увеличение остаточных деформаций обнаружено и в основах, подвергнутых длительному отжигу при температуре 100 °С. Таким образом, предварительные эксперименты, проведенные на образцах МН на ПЭТФ-основе отечественного и зарубежного производства, показали, что большинство меха-

нических характеристик (предел прочности, условный предел текучести, модуль упругости, максимальное удлинение, деформация ползучести, релаксация напряжений) после кратковременного отжига (до 8 ч) практически не изменяются.

Описанная методика и результаты исследований могут быть использованы для оценки надежности МН при длительной эксплуатации и хранении материалов в широком температурном диапазоне.

и их основ, %

температуре	
1 ч	6 ч
-0,141(9,47)	-0,219(7,77)
-0,431(5,39)	-0,622(27,16)
-0,112(13,48)	-0,209(7,07)
-0,374(2,22)	-0,469(2,89)
-0,073(25,3)	-0,116(10,46)
-0,202(8,6)	-0,276(12,34)
-0,032(15,2)	-0,052(2,39)
-0,130(16,44)	-0,236(9,9)

вариации серий испытаний, %

1. Уманский Э. С., Крючков В. В., Шидловский Н. С. и др. О температурной усадке магнитных лент // Техника средств связи. Сер. Общетехн. 1977. Вып. 2. С. 81—89. 2. Уманский Э. С., Шидловский Н. С., Шпак Д. Е., Бабич О. И. Методы исследования температурных деформаций в магнитных лентах, рулонах и гибких магнитных дисках // Тез. докл. 3-й респ. науч.-техн. конф. «Перспективы развития и технологии производства магнитных носителей». Шостка, 1987. С. 31. 3. Самарина Л. Д., Ходыкина О. Ф., Коломиец Т. Н. Усадочные свойства ПЭТФ пленок // Пластмассы. 1982. № 4. С. 42—44. 4. Брагинский Г. И., Тимофеев Е. Н. Технология магнитных лент. Л., 1974. 352 с.

Поступила в редколлегию 01.07.87