

УДК 681.84.083.84

Э.С. Уманский, В.В. Кречков, Н.С. Шидловский,
О.И. Бабич, В.В. Будкевич, В.И. Овсянкин

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТНЫХ ЛЕНТ
И ИХ ОСНОВ ПРИ ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЯХ**

Исследован процесс затухания вынужденных продольных колебаний магнитных лент и их основ. Предложено использовать метод исследования динамических колебаний для оценки качества магнитных лент.

Среди механических характеристик магнитных лент, которые определяют пригодность их для использования в различных лентопротяжных механизмах (ЛПМ), все большее значение приобретает демпфирующая способность лент, т.е. способность поглощать энергию на необратимые процессы при циклическом деформировании. Поскольку магнитная лента при перемещении между узлами ЛПМ работает в основном в условиях продольного растяжения, можно ограничиться определением характеристик рассеяния энергии в ней при продольных колебаниях.

Эксперименты по определению характеристик демпфирования магнитных лент и их основ проводились на установке, работающей по методу возбуждения продольных колебаний образцов с добавочной массой [1]. Изменение рабочей длины образца и применение различных до-

бавочных масс позволяют проводить испытания при резонансных частотах колебаний образцов от 30 до 70 Гц . и амплитудных значениях напряжений до 1 кг/мм².

Определение амплитудных зависимостей декремента колебаний магнитных лент проводилось способом обработки виброграмм затухающих колебаний. Диаграмма затухания приведена на рис. 1.

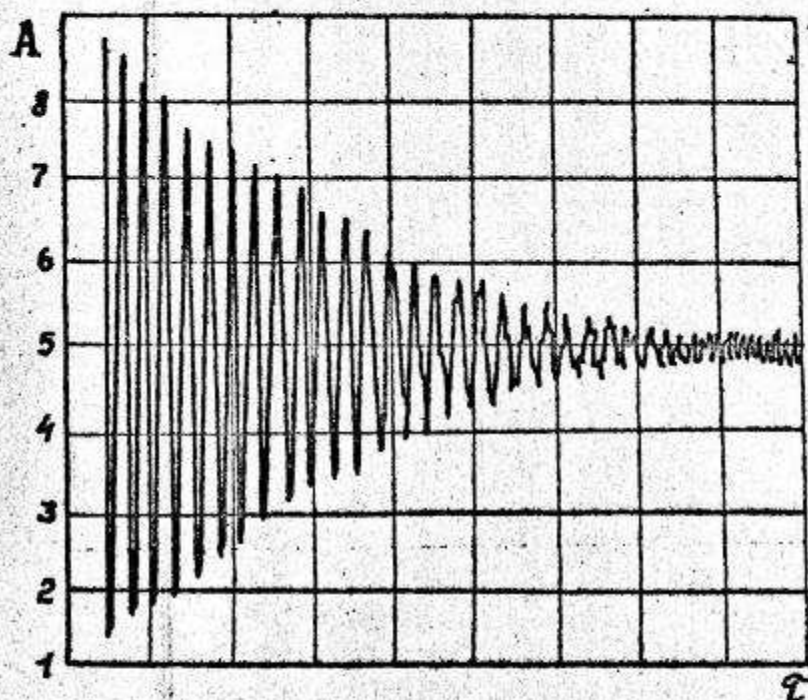


Рис.1. Диаграмма затухания вынужденных колебаний образца магнитной ленты И4406 при $T = 40^{\circ}\text{C}$,
 $\tau_{\text{рез}} = 0,025 \text{ с}$.

В связи с тем, что полимерные материалы обладают высокими показателями рассеяния энергии при динамических процессах, обработка

виброграмм затухающих колебаний проводилась по методу, предложенному в работе [2]. Выражение для декремента колебаний в этом случае имеет вид:

$$\delta (\xi_a) = \frac{1}{\xi_a} \cdot \frac{d\xi_a}{dN},$$

где ξ_a - амплитуда относительной деформации образца при затухающих колебаниях;

$\frac{d\xi_a}{dN}$ - производная от амплитуды относительной деформации по числу циклов.

Графический метод определения производной, предложенный в этой работе, лишен достаточной точности, поэтому расчет проводился с использованием способа численного дифференцирования с одновременной регуляризацией (сглаживанием) производной [3].

Проведено исследование характеристик рассеяния энергии при продольных колебаниях магнитной ленты И4406 (толщина 0,036 мм) и ее основы (толщина 0,024), при ширине 6,25 мм.

На рис. 2 представлены экспериментальные зависимости декремента колебаний магнитной ленты от амплитуды резонансных колебаний при частотах 63, 49, 40 Гц. Как видно из рисунка, при температуре +20°C степень рассеяния энергии в материале этой ленты зависит как от амплитуды деформации образца, так и от частоты его колебаний. Наличие амплитудно-частотной зависимости декремента колебаний основы этой ленты свидетельствует о том, что при деформировании полиэтилентерефталатных пленок рассеяние энергии в них обусловлено наличием релаксационных и упруго-гистерезисных явлений одновременно.

Зависимости декремента колебаний магнитной ленты И4406 и ее основы при $\xi_a = 1,75 \cdot 10^{-4}$ в диапазоне изменения температуры от 0 до 90°C показаны на рис. 3. При отрицательных значениях тем-

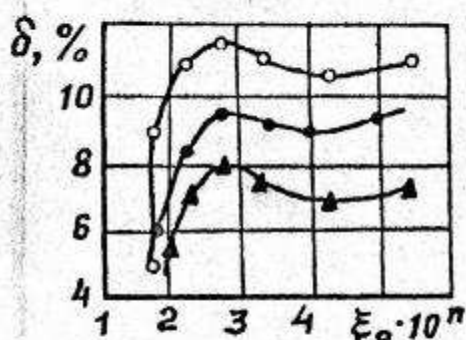


Рис. 2. Зависимость декремента колебаний от амплитуды относительной деформации образца магнитной ленты И4406 при различных значениях резонансных частот:
 —○—○— - 63 Гц; —●—●— - 49 Гц;
 —▲—▲— - 40 Гц.

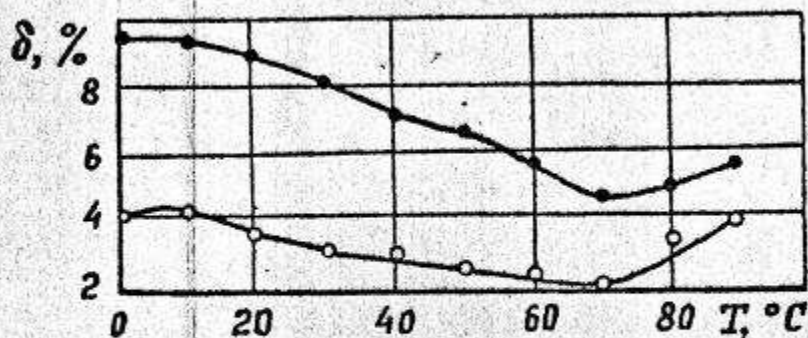


Рис. 3. Зависимость декремента колебаний от температуры: —○—○— - ПЭТФ основа, $\xi = 1.75 \cdot 10^{-4}$; —●—●— - магнитная лента типа И4406, $\xi = 1.75 \cdot 10^{-4}$.

пературы декремент колебаний ленты и ее основы остается практически постоянным. Минимальное значение δ соответствует температуре примерно + 70°C.

В таблице приведены значения декремента колебаний различных образцов отечественных магнитных лент и их основ при амплитудах отне-

сительных деформаций $\xi_{\alpha} = 5 \cdot 10^{-4}$ при температуре $+ 20^{\circ}\text{C}$. Установлено, что нанесение магнитного слоя повышает демпфирующую способность ленты в среднем в 2-5 раз. Наибольшим декрементом колебаний обладает исследованный образец отечественной магнитной ленты И4212.

Значения декремента колебаний образцов магнитных лент и их основ

Тип ленты	И4605	И4311	И4406	И4414	И4212	Scotch 768	Pyral-HP-4H	PE-45
Толщина ленты δ , мм	0,052	0,026	0,038	0,032	0,018	0,049	0,029	0,024
Отношение толщины основы к общей толщине	0,73	0,81	0,63	0,75	0,72	0,71	0,79	0,63
Статический модуль упругости E_{σ} , кг/мм ²	390	480	380	440	400	210	250	240
Динамический модуль упругости E_{δ} , кг/мм ²	630	730	530	500	530	600	480	740
Декремент колебаний ленты δ , %	10,0	9,5	10,0	6,7	15	13,4	11,0	10,5
Декремент колебаний основы δ , %	4,2	4,5	3,0	3,8	4,2	2,9	2,5	5,2

Для решения многих задач, связанных с практическим использованием магнитных лент (вибрация магнитных лент, переходные процессы при пуске и остановке аппаратуры), необходимо знать величины констант упругости, полученные динамическими методами.

В таблице приведены значения статических и динамических модулей упругости магнитных лент. Величины динамических модулей упругости определены при резонансных частотах колебаний в диапазоне 45-50 Гц.

Статический модуль упругости для каждой из лент определялся на экспериментальной установке, описанной в работе при скорости деформирования $V = 50$ мм/мин. Показано, что развиваемая при медленном нагружении высокоэластическая деформация, приводит к снижению значения модуля упругости по сравнению с этой константой, полученной динамическим методом.

На рис. 4 представлены зависимости динамических модулей упругости E_d от температуры для магнитной ленты и ее основы. Как видно из рисунка, динамический модуль упругости с понижением температуры от $+80^\circ\text{C}$ до -80°C увеличивается примерно в 2 раза.

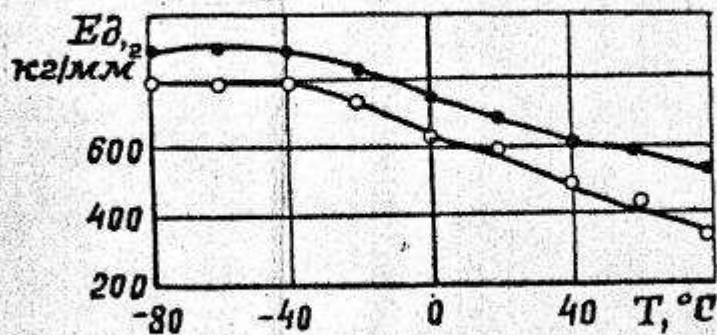


Рис. 4. Зависимость динамического модуля упругости от температуры: —○— основа; —●— магнитная лента типа И4406.

Значение модуля упругости основы выше, чем для магнитной ленты в целом. Это можно объяснить тем, что упругие характеристики магнитного слоя ниже по сравнению с этими характеристиками для основы.

Выводы

I. Показано отличие значений модулей упругости магнитных лент, полученных путем статических и динамических измерений. Высказаны соображения о причинах, вызывающих упомянутые отличия.

2. Предлагается производить оценку пригодности лент при динамических режимах работ по величине динамических модулей упругости.

3. Предлагается использовать описанный метод для оценки демпфирующей способности магнитных лент.

Литература

1. Крючков В.В. Прочность и вязкоупругие свойства полимерных пленок (магнитных лент и их основ). Автореферат кандидатской диссертации. К., 1975.

2. Матвеев В.В. К определению демпфирующих свойств систем с амплитудно-зависимым сопротивлением. Сообщение I "Проблемы прочности", 1970, № 5.

3. Долгополова Т.Ф., Иванов В.К. Численное дифференцирование. "Журнал вычислительной математики и математической физики", 1966, № 3.

Статья поступила 11 апреля 1977 г.