

УДК 539.3

МЕХАНИКА

С. М. Нариманян, К. А. Оксюзян, Г. М. Саркисян

Экспериментальные исследования колебаний тонких медных пластин в продольном магнитном поле

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. А. Амбарцумяном 30/1 1989)

В настоящее время с развитием теоретических исследований магнитоупругости тонких оболочек и пластин наблюдается значительное отставание по экспериментальным работам, что, на наш взгляд, обусловлено как сложностью экспериментальной установки, так и трудоемкостью проведения самих исследований.

Целью настоящей работы является экспериментальное изучение особенностей колебания тонких медных пластин в продольном магнитном поле в случае жесткого заземления одной из кромок (<sup>1</sup>).

В исследовании использовался электромагнит ФЛ—07 производства СКБ ИРЭ АН СССР, что позволило в зазоре 30 мм получить однородное магнитное поле в пространстве колебания пластины и варьировать магнитную индукцию в диапазоне от 0 до 1,6 Тл. Для проведения исследований была разработана и изготовлена специальная ячейка из диамагнитного материала, конструкция которой показана на рис. 1.

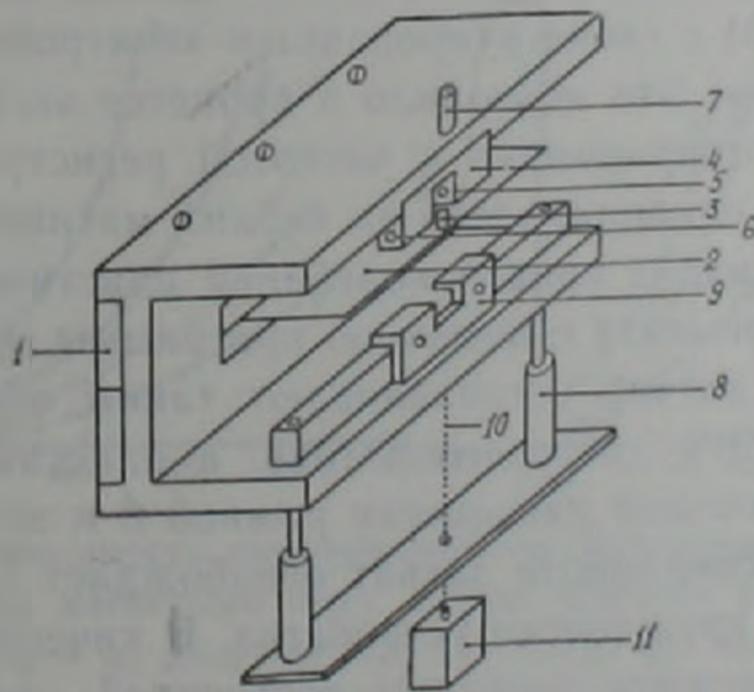


Рис. 1 Измерительная ячейка: 1—зажим для образца; 2—образец; 3—флажок; 4—кронштейн; 5—светодиод; 6—фотодиод; 7—регулирующий винт; 8—рамка; 9—захват; 10—трос электромагнита; 11—электромагнит

Ячейка представляет полый параллелепипед с отшлифованными гранями для плотного прилегания к полюсам электромагнита.

На одной грани ячейки находится зажимное устройство 1 для

закрепления исследуемой пластины 2. На противоположной грани расположены кронштейн 4 с датчиком системы регистрации 5,6 и устройство возбуждения механических колебаний, состоящее из рамки 8, захвата 9, троса 10 и электромагнита 11. Кронштейн имеет возможность перемещаться в плоскости колебания пластины при помощи регулировочного винта 7.

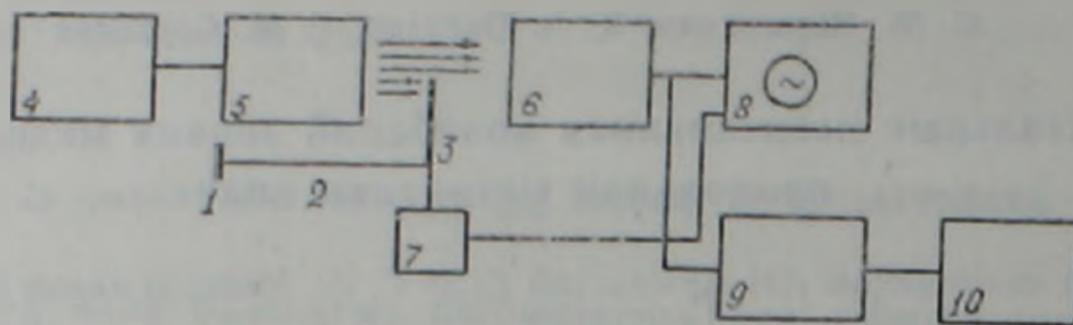


Рис. 2. Блок-схема системы регистрации: 1—зажим; 2—образец; 3—флажок; 4—источник питания; 5—светодиод АЛ-107; 6—фотодиод ФД-25; 7—система синхронного запуска; 8—осциллограф; 9—блок стыковки с ЭВМ; 10—ЭВМ

Блок-схема системы регистрации изображена на рис. 2. Датчик состоит из источника АЛ-107 (5) и ИК-приемника ФД-25 (6). Применение датчика в ИК области позволяет проводить измерения без затемнения установки. В зазоре между источником и приемником расположен непрозрачный флажок, жестко зафиксированный на свободном конце исследуемой пластины. При колебании пластины световой поток перекрывается пропорционально отклонению. Для визуального контроля затухающих колебаний пластины сигнал фотоприемника подается на вход запоминающего осциллографа С8-13, пуск развертки которого осуществляется в момент начала колебаний пластины. В состав экспериментальной установки был включен диалоговый вычислительный комплекс ДВК-2М с сконструированным электронным блоком стыковки с экспериментом. Это позволило в процессе эксперимента вводить в ЭВМ сигнал с фотоприемника с частотой регистрации данных до 5 кГц. Информация накапливалась на гибких магнитных дисках. Амплитудно-частотный анализ кривой колебания пластины проводился после завершения эксперимента с помощью программы обработки. Перед началом измерения датчик устанавливался таким образом, чтобы флажок перекрывал 50% светового потока, а пластина механически отклонялась от положения равновесия рамкой 8 и захватом 9 (рис. 1). В момент начала эксперимента захват освобождает пластину с помощью электромагнита и пружинного устройства. В качестве образцов использовались тонкие медные пластины постоянной длины  $l=20,5$  мм. В процессе эксперимента варьировалась толщина  $h$  (от 12 до 80 мкм) и ширина  $a$  (от 5 до 40 мкм) пластины. Характеристики образцов приведены в таблице.

В качестве примера на рис. 3, а приведены временные зависимости амплитуды колебаний свободного конца тонкой медной пластины в магнитном поле и без него. Как видно на рисунке, имеет место значительное изменение характера кривой колебаний при наличии магнитного поля. В слабых полях для пластины шириной 40 мм (рис. 3, б)

№ образца	1	2	3	1	2	3	4
$h = 10^{-6}$ м	12	42	80	80	30	30	30
$a = 10^{-3}$ м	30	30	30	5	8	11	13
$\nu_0$ , Гц	32	38	110	53	44	42	46

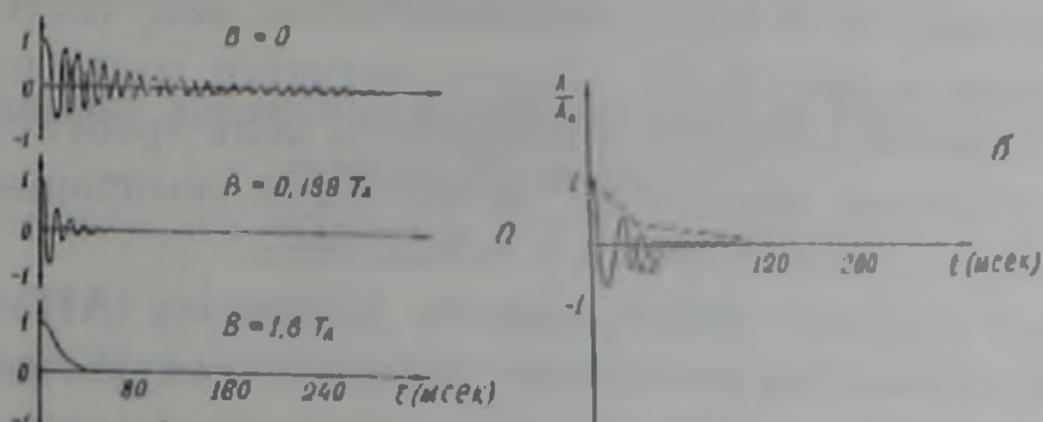


Рис. 3. Временная зависимость амплитуды колебаний пластины: а—при различных значениях индукции магнитного поля (В); б—при  $a=40$  мм

кривая зависимости амплитуды от времени имеет два участка: первый участок с большим логарифмическим декрементом затухания и малой частотой собственных колебаний; второй участок с малым декрементом затухания и большой частотой собственных колебаний. Количественные данные и зависимости декремента затухания от индукции магнитного поля для пластин с различными геометрическими параметрами представлены на рис. 4, а, б.

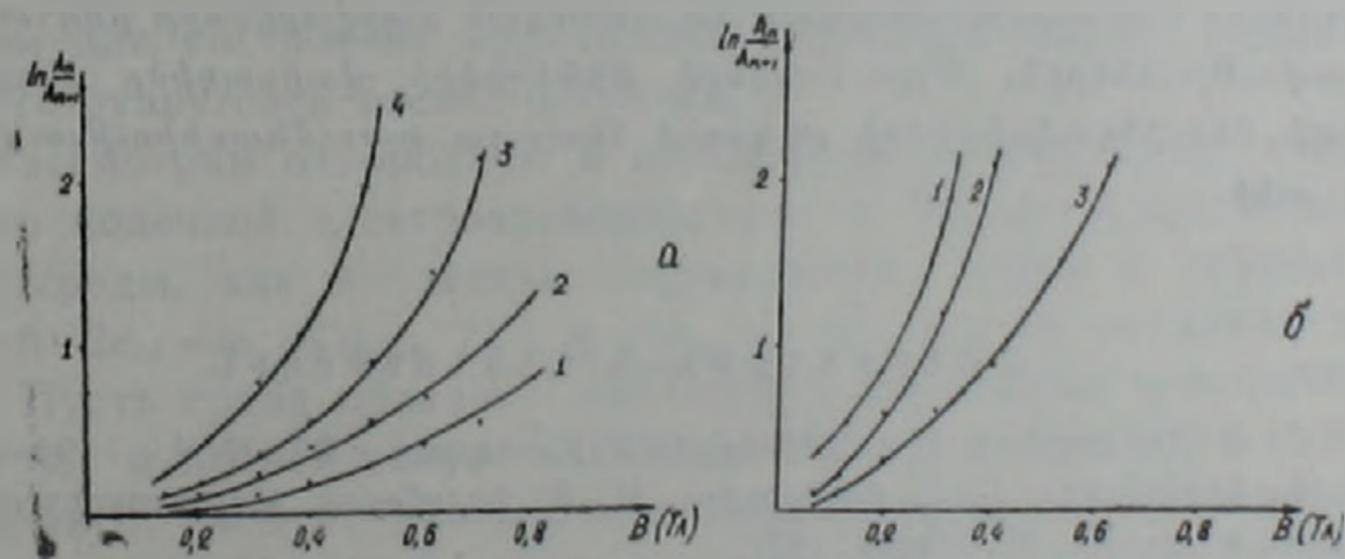


Рис. 4. Зависимость логарифмического декремента затухания от величины индукции магнитного поля: а—для образцов разной толщины ( $h$ ) при  $l=20,5 \cdot 10^{-3}$  м; 1— $h=20,5 \cdot 10^{-6}$  м; 2— $h=32 \cdot 10^{-6}$  м; 3— $h=80 \cdot 10^{-6}$  м; б—для образцов с различной шириной ( $a$ ) при  $l=20,5 \cdot 10^{-3}$  м и  $h=30 \cdot 10^{-6}$  м; 1— $a=5 \cdot 10^{-3}$  м; 2— $a=8 \cdot 10^{-3}$  м; 3— $a=11 \cdot 10^{-3}$  м; 4— $a=13 \cdot 10^{-3}$  м

Как видно из рис. 4, а, логарифмический декремент затухания (ЛДЗ) при отсутствии магнитного поля уменьшается с увеличением толщины пластины, и эти отличия существенно возрастают с увеличением индукции магнитного поля. Из рис. 4, б видно, что значения ЛДЗ в отсутствие магнитного поля для пластин различной ширины практически совпадают, что естественно, поскольку могут быть отличия, обусловленные только краевыми эффектами. Однако при увеличении ин-

дукции магнитного поля ЛДЗ существенно увеличивается с увеличением ширины пластины. Во всех экспериментах колебания пластинок относительно положения равновесия имели место до определенной величины индукции магнитного поля. Дальнейшее увеличение магнитного поля качественно изменяло характер движения пластин, т. е. наблюдался процесс медленного возвращения пластинки к положению равновесия (рис. 3, б). Экспериментальные результаты по изменению колебаний тонких пластин при воздействии продольного магнитного поля подчиняются общим закономерностям, полученным теоретическими расчетами в работе (2). Однако характер поведения пластин при больших значениях индукции магнитного поля требует дальнейшего детального изучения временной зависимости возвращения свободного конца пластины к равновесному положению.

Авторы приносят благодарность академику АН Армянской ССР С. А. Амбарцумяну за постановку задачи и консультации.

Ереванский государственный университет

Ս. Մ. ՆԱՐԻՄԱՆՅԱՆ, Կ. Ա. ՕՔՍՈՒՋՅԱՆ, Կ. Մ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

Բարակ պղնձե թիթեղի տատանումների լայնական մագնիսական դաշտում

Ուսումնասիրվել են բարակ պղնձե թիթեղի տատանման տոնանձնահատկությունները լայնական մագնիսական դաշտում թիթեղի եզրերից մեկի կոշտ սեղմման պայմաններում: Կատարվել է թիթեղի տատանումների լայնույթահաճախային կորի անալիզը: Փոքր ինդուկցիաների դեպքում փորձարարական տվյալները համապատասխանում են տեսական հաշվարկների ընդհանուր օրինաչափություններին: Այդուհանդերձ թիթեղների վարքագիծը մագնիսական դաշտի մեծ ինդուկցիաների դեպքում հետազոտ ուսումնասիրությունների կարիք ունի:

#### ЛИТЕРАТУРА—ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> С. А. Амбарцумян. Изв. АН АрмССР. Механика, т. 36, № 4, с. 194—200 (1983).  
<sup>2</sup> С. А. Амбарцумян, Г. Е. Багдасарян, М. В. Белубекян, Магнитоупругость тонких оболочек и пластин, М., Наука, 1977.