

PASC: 81.40.-z

А.И. Скворцов, В.М. Кондратов

ВЛИЯНИЕ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА МАГНИТОМЕХАНИЧЕСКОЕ ЗАТУХАНИЕ В СПЛАВАХ ЖЕЛЕЗА

Вятский государственный университет
ул. Московская, 36, г. Киров, 610000, Россия
E-mail: scvortsovai@mail.ru, scvortsov@vgu.ru

Сделан краткий обзор зависимости внутреннего трения, обусловленного магнито-механическим затуханием, от предварительной деформации сплавов Fe. Показано влияние циклической деформации на параметры амплитудной зависимости внутреннего трения. Проанализирован механизм влияния предварительной деформации на магнито-механическое затухание. Обсуждается необходимость учета влияния предварительной деформации на демпфирующую способность сплавов Fe в производственной практике.

На внутреннее трение и, в частности, на магнито-механическое затухание как весьма структурно-чувствительные свойства существенное влияние оказывает предварительная обработка при получении материала, заготовки, детали. Сильнее всего влияют завершающие операции обработки. Таковой является или может быть деформация.

W. Koster показал, что интенсивная пластическая деформация существенно уменьшает внутреннее трение Ni [1]. С другой стороны, небольшая предварительная деформация Fe крутильными колебаниями (меньше деформации, соответствующей пределу упругости) и растяжением усиливает магнито-механическое затухание [2].

В работе [3] представлен общий характер влияния предварительной деформации растяжением на магнито-механическое затухание – оно изменяется с небольшим максимумом при деформации порядка $\varepsilon = 3 \cdot 10^{-4}$.

Комплексные исследования с использованием предварительной циклической деформации выше предела упругости показали [4], что с увеличением числа циклов деформирования магнито-механическое затухание ослабевает. Это ослабление (при действии одинаковой нагрузки) происходит более интенсивно: а) при снижении симметрии цикла; б) в сплаве с более низкой прочностью, т.е. в сплаве Fe–Cr–Al ($\sigma_{0.2} = 270$ МПа) по сравнению со сплавом Fe–Co ($\sigma_{0.2} = 420$ МПа).

Кратковременная циклическая деформация, превышающая предел текучести $\tau_{0.3}$ в 1.5 раза, усиливает магнитомеханическое затухание сплава Fe–2% Al–1.2% C с феррито-графитной структурой наряду с усилением при этом затухания немагнитной природы. Амплитуда максимума магнитомеханического затухания смещается в сторону малых амплитуд колебаний, как и в случае небольшой предварительной деформации Fe.

Причины влияния предварительной деформации на магнитомеханическое затухание с точки зрения изменения доменной структуры анализировались в работе [3] со ссылкой на рассмотренные в работе [2] модельные представления о поведении 90°-ной доменной границы при внешних воздействиях. Однако этот анализ носил общий характер без привязки к роли именно предварительной деформации.

С позиции представлений об определяющей роли в магнитомеханическом затухании перестройки доменной структуры эти причины можно объяснить следующим образом. При деформации, соответствующей усилению затухания, доменная структура, изменяя конфигурацию, из равновесного состояния переходит в более метастабильное. Для такого состояния доменной структуры ее перестройка осуществляется при меньшем энергетическом пороге. Это является причиной того, что: а) большее число доменов включается в процесс перестройки доменной структуры, вследствие чего повышается максимум магнитомеханического затухания δ_m ; б) уменьшается амплитуда этого максимума ε_m . Рост затухания достигает насыщения при предварительной деформации ε_s , местоположение которой согласно работам [2,3]: $\varepsilon_m < \varepsilon_s < \varepsilon_{cr}''$, где ε_{cr}'' – амплитуда начала отклонения «фона» дислокационного внутреннего трения от прямолинейности. При деформации выше ε_s прирост затухания уменьшается, по-видимому, за счет стабилизации доменной структуры. Можно предположить, что к этому причастна наведенная предварительной деформацией анизотропия магнитной структуры.

При повышении степени пластической деформации, как известно, возрастает дефектность кристаллической структуры: увеличиваются плотность дислокаций и число плоскостей скольжения, образуется ячеистая дислокационная структура, происходит разворот субзерен. Повышение степени дефектности кристаллической структуры сопровождается измельчением доменной структуры. К тому же сами дефекты, в особенности крупные, являются барьерами на пути движения доменных границ, в частности, при перестройке доменной структуры.

В производственной практике необходимо учитывать возможность ослабления магнитомеханического затухания предварительной деформацией. Например, если деталь из отожженной ферритной стали подвергнуть шлифованию или немного (на 2–6%) продеформировать, то ее демпфирующая способность снизится [5–7]. Поэтому при составлении технологии обработки необходимо, по возможности, в качестве завершающей операции для деталей из демпфирующих сплавов с магнитомеханическим затуханием назначать термическую или термомагнитную обработку.

1. *А. Кочард*, Магнитные свойства металлов и сплавов, ИИЛ, Москва (1961).
2. *И.Б. Кекало*, Металловедение и термическая обработка: Итоги науки и техники, ВИНТИ, Москва (1973), т. 7, с. 5–88.
3. *И.С. Головин, И.Ю. Канунникова*, МиТОМ № 7, 35 (1993).
4. *D. Aberle*, Materialprüfung **4**, 107 (1984).
5. *И.С. Головин, С.О. Суворова, В.И. Саррак, Р.В. Жарков, С.Л. Пенник, Б.Е. Демидов*, Металлы № **6**, 153 (1990).
6. *Б.А. Потехин, Е.В. Деревянкин*, Демпфирующие металлические материалы: 6-я Республиканская науч.-техн. конф., КирПИ, Киров (1991), с. 79.
7. *Б.А. Потехин, А.Б. Потехин*, МиТОМ № 12, 6 (1997).

A.I. Skvortsov, V.M. Kondratov

INFLUENCE OF ELASTOPLASTIC DEFORMATION ON MAGNETOMECHANICAL DAMPING IN IRON ALLOYS

A brief review of the dependence of internal friction caused by magnetomechanical damping on preliminary deformation of Fe alloys is made. The influence of cyclic deformation on parameters of peak dependence of internal friction is shown. The mechanism of preliminary deformation effect on magnetomechanical damping is analyzed. Necessity of the account of preliminary deformation effect on damping capacity of Fe alloys in an industrial practice is discussed.