

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Я. С. ШУР и А. А. ЛУКШИН

**ВЛИЯНИЕ ТЕРМОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ НА ХОД КРИВЫХ  
НАМАГНИЧИВАНИЯ И МАГНЕТОСТРИКЦИИ В СПЛАВАХ  
АЛЬСИФЕР**

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 8 XII 1947)

1. В работе (1) одним из авторов было экспериментально показано, что эффект термомагнитной обработки (охлаждение ферромагнетика в присутствии магнитного поля) в случае кремнистого железа сложным образом зависит от величины магнитного поля, приложенного при этой обработке. А именно:

1) После охлаждения в «сильных» полях, при которых намагничивание ферромагнетиков осуществляется с помощью процессов вращения векторов намагниченности доменов, магнитная проницаемость во всем интервале полей только возрастает.

2) После охлаждения в «слабых» полях, при которых намагничивание осуществляется преимущественно с помощью процессов смещения границ между доменами, проницаемость начального участка кривой намагничивания возрастает еще больше, чем в случае 1; проницаемость в более сильных полях при этом становится меньше, чем в исходном состоянии.

Это необычное явление ухудшения магнитных свойств ферромагнетика после термомагнитной обработки в направлении поля, приложенного при охлаждении, было впервые обнаружено в описываемых опытах (1). Количественная теория этого явления была разработана С. В. Вонсовским (2).

Целью настоящей работы является изучение еще на одном магнитно-мягком материале хода кривых намагничивания, а также кривых магнетострикции в зависимости от величины поля, приложенного при термомагнитной обработке.

Полученные экспериментальные результаты необходимы для углубления наших представлений о механизме термомагнитной обработки ферромагнетиков.

2. Исследование производилось на образцах сплава альсифер, близких по составу: 5,5% Al, 9,5% Si, остальное — Fe.

Все образцы получились в литом состоянии; затем они подвергались отжигу при 950°C в течение 2 час. Все дальнейшие отжиги образцов производились при более низкой температуре в вакууме; поэтому сама термообработка не вызывала заметного изменения магнитных свойств образцов.

Термомагнитная обработка образцов, имевших форму колец, (с которых снимались кривые намагничивания), производилась в циркулярном магнитном поле, создаваемом током, текущим по стержню, проходящему через центр кольца.

Образцы в форме стержней, на которых производилось измерение магнетострикции, проходили термомагнитную обработку в поле соленоида.

Измерение кривых намагничивания производилось баллистическим методом, а магнетострикции — на установке, подробно описанной ранее (3).

3. Полученные при этих измерениях результаты представлены на рис. 1—2. На рис. 1 сопоставлены кривые намагничивания, снятые с образца альсифер до (кривая *b*) и после термомагнитной обработки, произведенной в «сильном» (68 эрстед) (кривая *c*) и «слабом» (1,7 эрстед) (кривая *a*) магнитных полях.

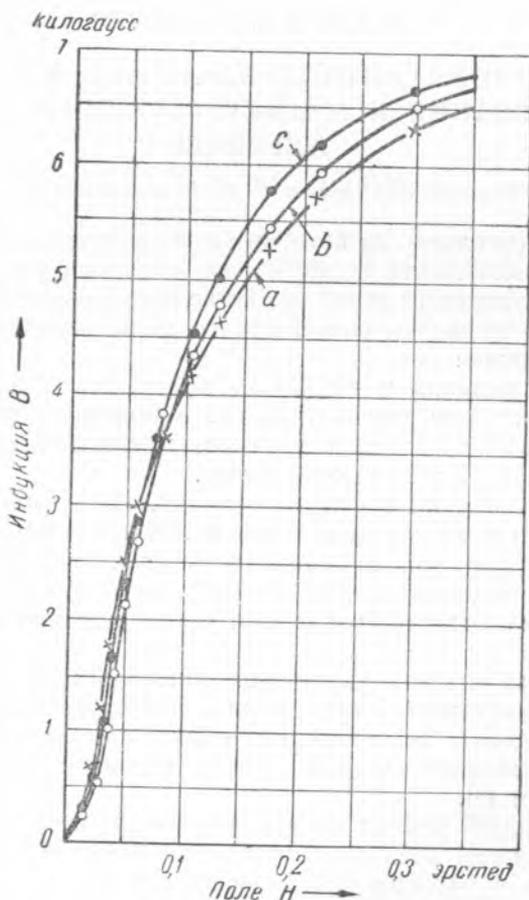


Рис. 1

Из сравнения кривых этого рисунка видно, что в начальных участках кривых, где преимущественную роль в росте намагниченности играют процессы смещения границ между доменами, термомагнитная обработка вызывает возрастание проницаемости, причем этот рост наибольший у образца, прошедшего термомагнитную обработку в слабом поле.

В области средних полей, где намагничивание осуществляется с помощью процессов вращения, после термомагнитной обработки в сильном поле проницаемость возрастает, но убывает после такой же обработки в слабом поле.

Эти закономерности находятся в соответствии с результатами, полученными ранее на железо-кремнистом сплаве (1), и для их объяснения

полностью приложимы соображения, изложенные в цитируемой работе, а также теория С. В. Вонсовского (2).

4. На рис. 2 приведены кривые магнетострикции, измеренные на образце сплава альсифер до и после термомагнитной обработки в сильном и слабом магнитных полях. Следует заметить, что зависимость кривых магнетострикции от величины поля, прилагаемого при термомагнитной обработке, изучалась в данной работе впервые.

Из сравнения кривых рис. 2 видно, что термомагнитная обработка вызывает сильную деформацию кривых магнетострикции, подобную наблюдаемой на кривых намагничивания.

При этом после охлаждения в слабом магнитном поле (случай 1) значительно уменьшается величина магнетострикции в области слабых полей и несколько возрастает в сильных полях по сравнению с исходной кривой магнетострикции.

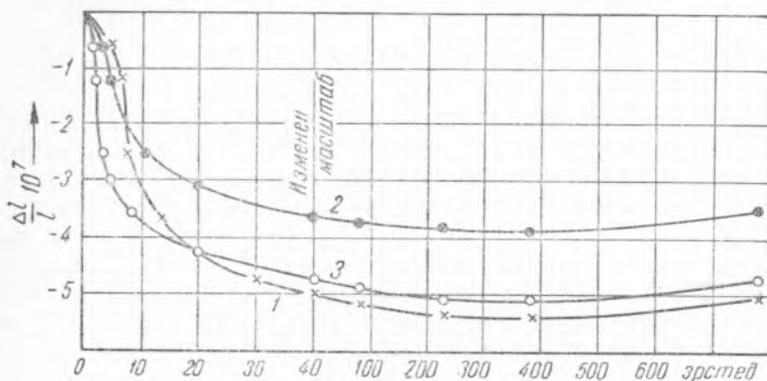


Рис. 2. 1 — после отжига в поле 1,7 эрстед; 2 — после отжига в поле 68 эрстед; 3 — после отжига без поля

После термомагнитной обработки в сильном поле (случай 2) величина магнетострикции (по абсолютной величине) при всех полях только уменьшается, причем в слабых полях это уменьшение меньше, чем в случае 1.

Уменьшение величины магнетострикции в слабых полях после термомагнитной обработки указывает на возникновение такого вида магнитной текстуры, при которой возрастает плотность доменов, спонтанное намагничивание которых ориентировано близко к направлению поля, прилагавшегося при охлаждении. Благодаря этому в области слабых полей после термомагнитной обработки также возрастает проницаемость (рис. 1), ибо при этом рост намагниченности происходит преимущественно за счет  $180^\circ$  смещений границ между доменами.

После термомагнитной обработки в сильном магнитном поле магнетострикция насыщения уменьшается, что указывает на возникновение еще более резко выраженной магнитной текстуры указанного вида. Несколько менее резкое уменьшение магнетострикции (по абсолютной величине) в области слабых полей, чем в случае 1, вызвано тем, что процесс смещения границ в случае 2, как было показано ранее (1), требует больших внешних полей, чем в случае 1.

Уральский государственный университет  
им. А. М. Горького

Поступило  
8 XII 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Я. С. Шур, ДАН, 23, 455 (1939). <sup>2</sup> С. В. Вонсовский, ЖЭТФ, 9, 702 (1939).  
<sup>3</sup> Я. С. Шур и А. С. Хохлов, ЖЭТФ, 17, 7 (1947).