

МАГНИТНЫЙ АНАЛИЗ ВЫСОКОМАРГАНЦОВИСТОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ В СИЛЬНЫХ ПОЛЯХ

Ю. Д. НОВОМЕЙСКИЙ, А. И. КОЛЬЧУЖКИНА, В. А. ТЕРЕМЕЦКИЙ

(Представлена научным семинаром кафедры прикладной механики ТИРиЭТ)

Магнитный анализ аустенитных сплавов позволяет исследовать даже самые незначительные по объему фазовые изменения ($\gamma \rightarrow \alpha$ -превращение, выделение карбидов и др.), оказывающие большое влияние на свойства этих сплавов.

Первая работа по исследованию высокомарганцевистой стали в сильных полях относится к 1887 г. [1]. В более поздних работах применялись относительно слабые магнитные поля.

Известно, что в литом состоянии магнитная восприимчивость марганцевистого аустенита выше, чем у никелевого; с целью понижения магнитной восприимчивости вводится термическая обработка марганцевистых сталей, особенно при применении для деталей немагнитного исполнения.

Дополнительное легирование аустенитных сплавов также влияет на их магнитные свойства.

Нами исследовалось влияние добавок ниобия на магнитную восприимчивость марганцевистого аустенита в литом состоянии и после термообработки.

На рис. 1 приведена схема установки для определения относительной величины магнитной восприимчивости стали пондермоторным методом в сильных полях. Установка представляет из себя аналитические весы, имеющие вместо одной чашки держатель из немагнитного материала с испытуемым образцом.

Образец в уравновешенном состоянии прилегает к торцу сердечника электромагнита, создающего поле около 10000 эрстед.

Относительная величина магнитной восприимчивости оценивается по силе отрыва образца от сердечника электромагнита. Электрическая схема установки позволяет регулировать силу тока в обмотке электромагнита для поддержания постоянного поля. Опытные плавки проводились в тиглях с основной футеровкой и по химическому составу соответствовали ГОСТ 2176-57 с добавками ниобия от 0,1 до 0,7% (по синтезу).

После разливки в кокиль вырезались образцы и шлифовались по всем граням до размеров $10 \times 10 \times 10$ мм.

На рис. 2 представлена зависимость величины магнитной восприимчивости высокомарганцевистой стали от содержания ниобия. Падение величины магнитной восприимчивости в сплавах с содержанием ниобия до 0,3% можно объяснить возрастанием концентрации ниобия в аустените и измельчением структуры. Сталь оптимального состава

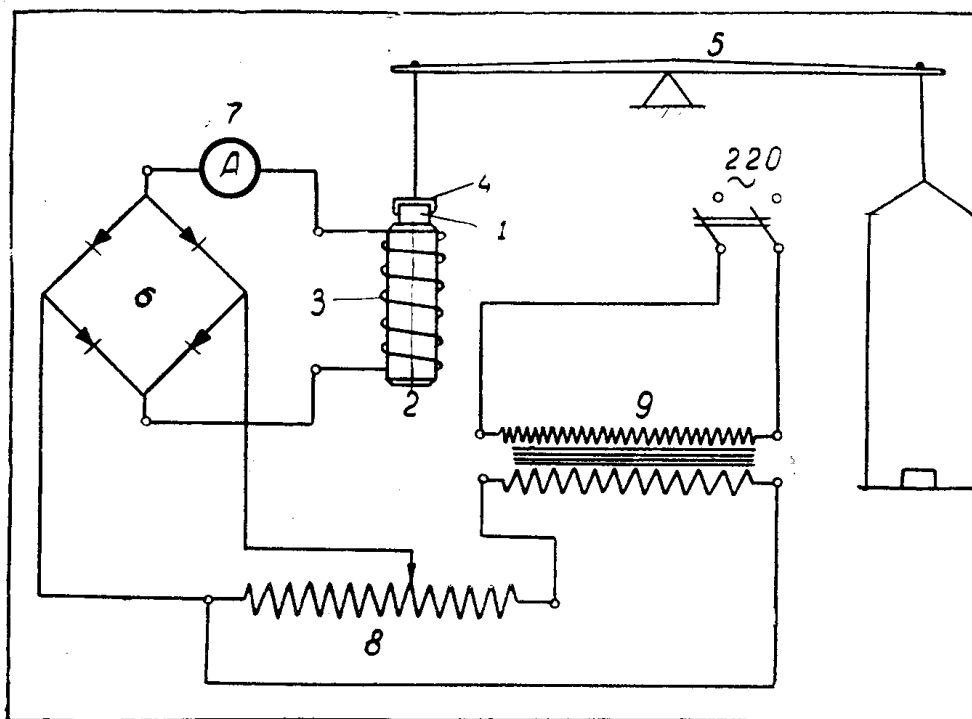


Рис. 1. Схема установки для магнитного анализа аустенитных сплавов в сильных полях.

- 1 — образец; 2 — сердечник из армо-железа (диаметр 30 мм);
 3 — обмотка электромагнита (8000 витков, диаметр 0,8 мм);
 4 — держатель из немагнитного материала; 5 — аналитические весы; 6 — селеновый выпрямитель (64 вольт, 12 ампер);
 7 — амперметр со шкалой переменного тока (10 ампер);
 8 — вариатор сопротивления; 9 — понижающий тр-р.

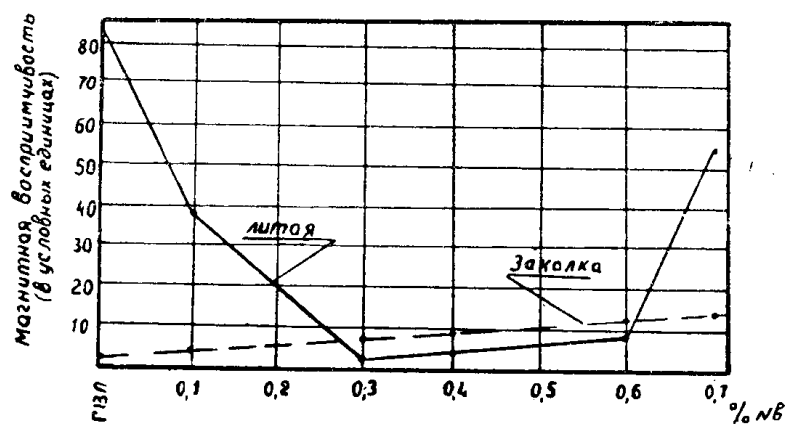


Рис. 2. График «Содержание ниобия — магнитная восприимчивость».

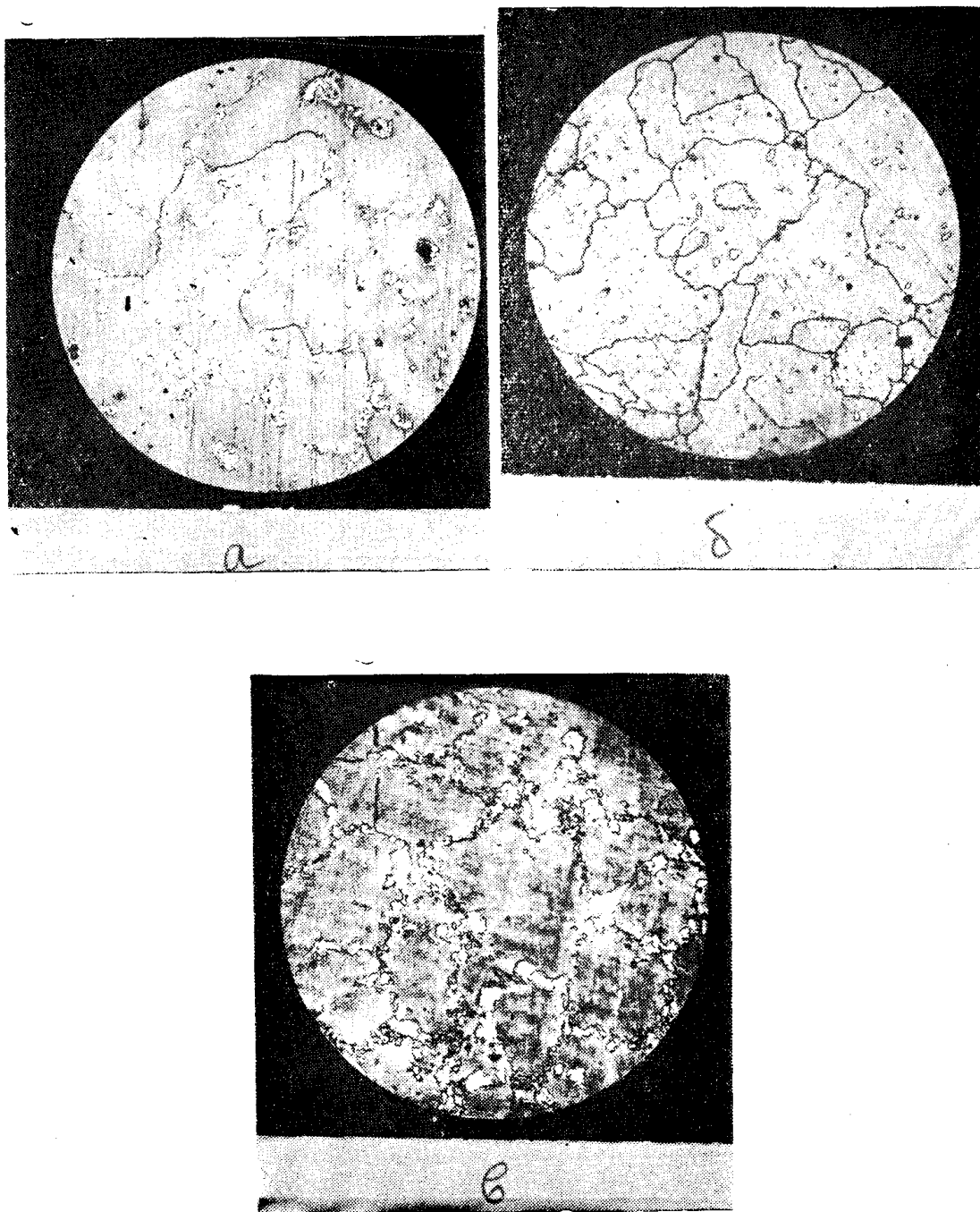


Рис. 3. Микроструктура литых образцов ($\times 600$):
а — 0,1% ниобия; *б* — 0,4% ниобия; *в* — 0,7% ниобия.

(0,3—0,4 % ниобия) имеет минимальную магнитную восприимчивость. Дальнейший рост концентрации ниобия в стали приводит к увеличению содержания карбидной фазы и повышает магнитную восприимчивость; наблюдается также укрупнение структуры. Фотографии микрошлифов (рис. 3) подтверждают указанные структурные изменения.

Линейная зависимость величины магнитной восприимчивости от содержания ниобия после закалки (рис. 2) соответствует количеству карбидов в стали и связанными с ними концентрационными изменениями, что соответствует данным работы [2].

Закалка проводилась с температуры 1080°C в воде (режим обычный для стали Г13Л). Многократная закалка стали (рис. 4) изменяет величину магнитной восприимчивости стали следующим образом: в образцах с содержанием ниобия меньше оптимального наблюдается падение магнитной восприимчивости

после первой закалки по сравнению с литым состоянием за счет глубокого растворения карбидов марганца и ниобия; этот процесс продолжается и после второй закалки, но в меньшей степени.

Подобный же механизм превращения можно предположить и в сплавах с содержанием ниобия больше оптимального.

В сталях оптимального состава (с 0,3—0,4 % ниобия) после первой закалки наблюдается повышение магнитной восприимчивости.

По-видимому, принятая температура закалки недостаточна для аустенизации стали с ниобием, но способствует росту зерна, что является преобладающим фактором в повышении магнитной восприимчивости.

Далее можно предположить, что после первой закалки концент-

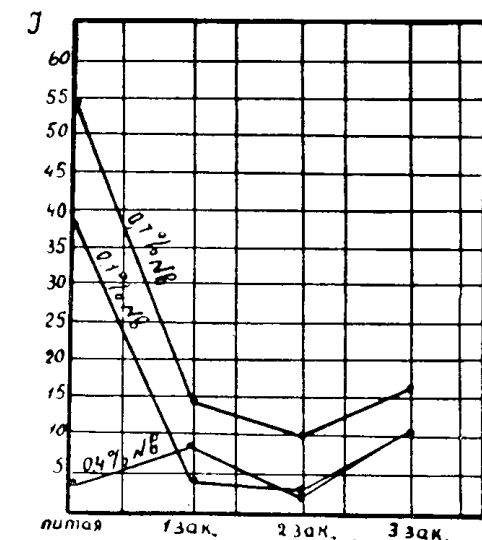


Рис. 4. Влияние ниобия на магнитную восприимчивость высокомарганцевистой стали после многократных закалок

рация ниобия в аустените возрастает и препятствует росту зерна при последующих нагревах; после вторичной закалки стали проходит дальнейшая аустенизация стали; магнитная восприимчивость понижается.

Третья и последующие закалки приводят к незначительному увеличению магнитной восприимчивости за счет $\gamma \rightarrow \alpha$ -превращения.

Сталь Г13Л с добавками ниобия в количестве 0,3—0,4 % была использована для изготовления деталей приборов немагнитного исполнения без термической обработки после литья. Длительные испытания в производственных условиях показали хорошие результаты; была успешно заменена дефицитная никельсодержащая сталь, долговечность деталей и надежность их работы значительно повысились, стоимость деталей понизилась.

Выводы

1. Разработана установка для магнитного анализа аустенитных сплавов в сильных полях.
2. Установлено, что дополнительное легирование высокомарганцевистой аустенитной стали ниобием в количестве 0,3—0,4 % (по синтезу)

обеспечивает минимальную величину магнитной восприимчивости без дополнительной термообработки.

3. Исследовано влияние многократных закалок на величину магнитной восприимчивости высокомарганцевистой аустенитной стали с ниобием.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. A. Ewing, W. Low. Report of the British for the Advancement of Science, 1887, Manchester.
 2. Nakagawa Ruiti. G. Iron and Steel Inst. Japan, 1962, 48, № 11, 1504—1506.
-