

Исследование магнитных свойств ферромагнитных материалов с использованием математического моделирования

В.А. Гец Тюменский индустриальный университет г.Тюмень

Научный руководитель: В.В. Проботюк Тюменский индустриальный университет
г.Тюмень

Ферромагнитные материалы используют для создания звукозаписывающих аппаратов и электроизмерительных приборов, потому что именно ферромагнетикам присущи такие свойства как: усиление магнитного поля и остаточная намагниченность. Во время эксплуатации приборов, материал подвергается механическим нагрузкам, изучение которых осуществляется экспериментальным способом который является не всегда доступным (дорогостоящий и занимающий большое количество времени метод). Упростить задачу по изучению механических нагрузок возможно с помощью математического моделирования.

В ходе работы будет проведена проверка применимости математической модели для моделирования магнитного гистерезиса, разработанной на основе теории Такаги [1]. Для проведения эксперимента используются образцы различных марок стали: сталь20, 30ХГСА, 09Г2С, 40Х, Ст 3 и ШХ15.

Эксперимент был проведен с помощью магнитного структуроскопа КРМ-Ц-К2М, были получены петли гистерезиса для исследуемых образцов, изображенные на рисунке 1а изображены петли гистерезиса для образцов: сталь 20, 09Г2С и 30ХГСА, а на рисунке 1б петли гистерезиса соответствующие образцам: 40Х, Ст3, ШХ15.

Основой для написания работы стали теоретические положения Такаги. На основе теоретических положений Такаги была разработана программа в среде BorlandDelphi 7, которая позволяет моделировать петли гистерезиса.

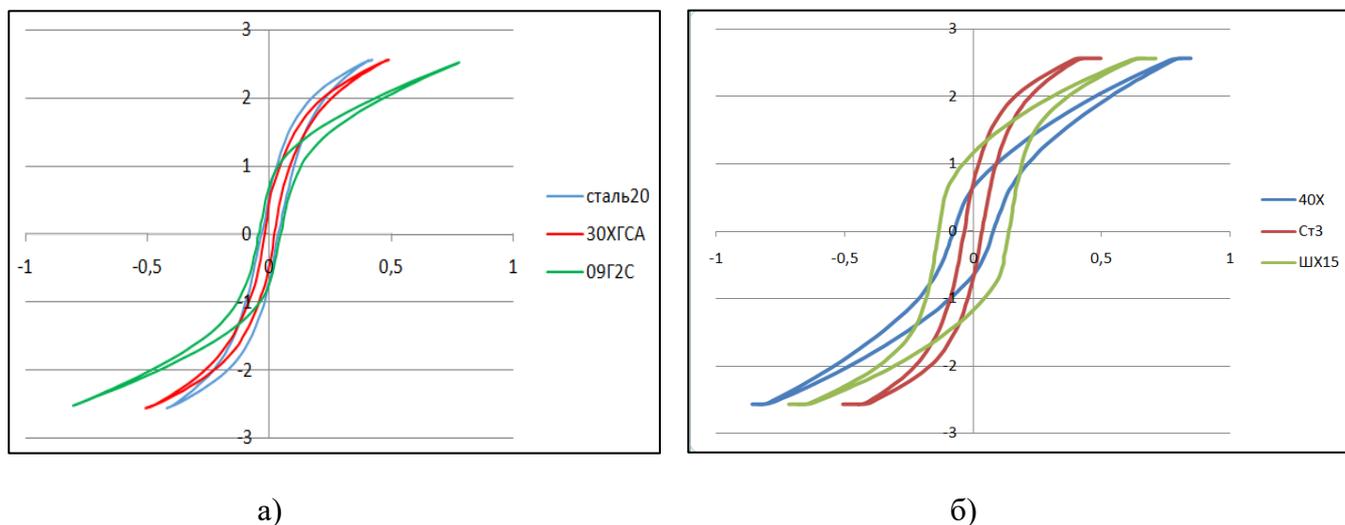


Рисунок 3- Петли гистерезиса, полученные экспериментальным путем.

С помощью полей для изменения нормированных параметров пропорциональных: коэрцитивной силе (H_c), напряженности магнитного поля (H), механическим нагрузкам (δ), магнитной проницаемости (μ) изменяется форма петли.

Результаты изменений нормированных параметров для каждого исследуемого образца изображены на рисунке 2.

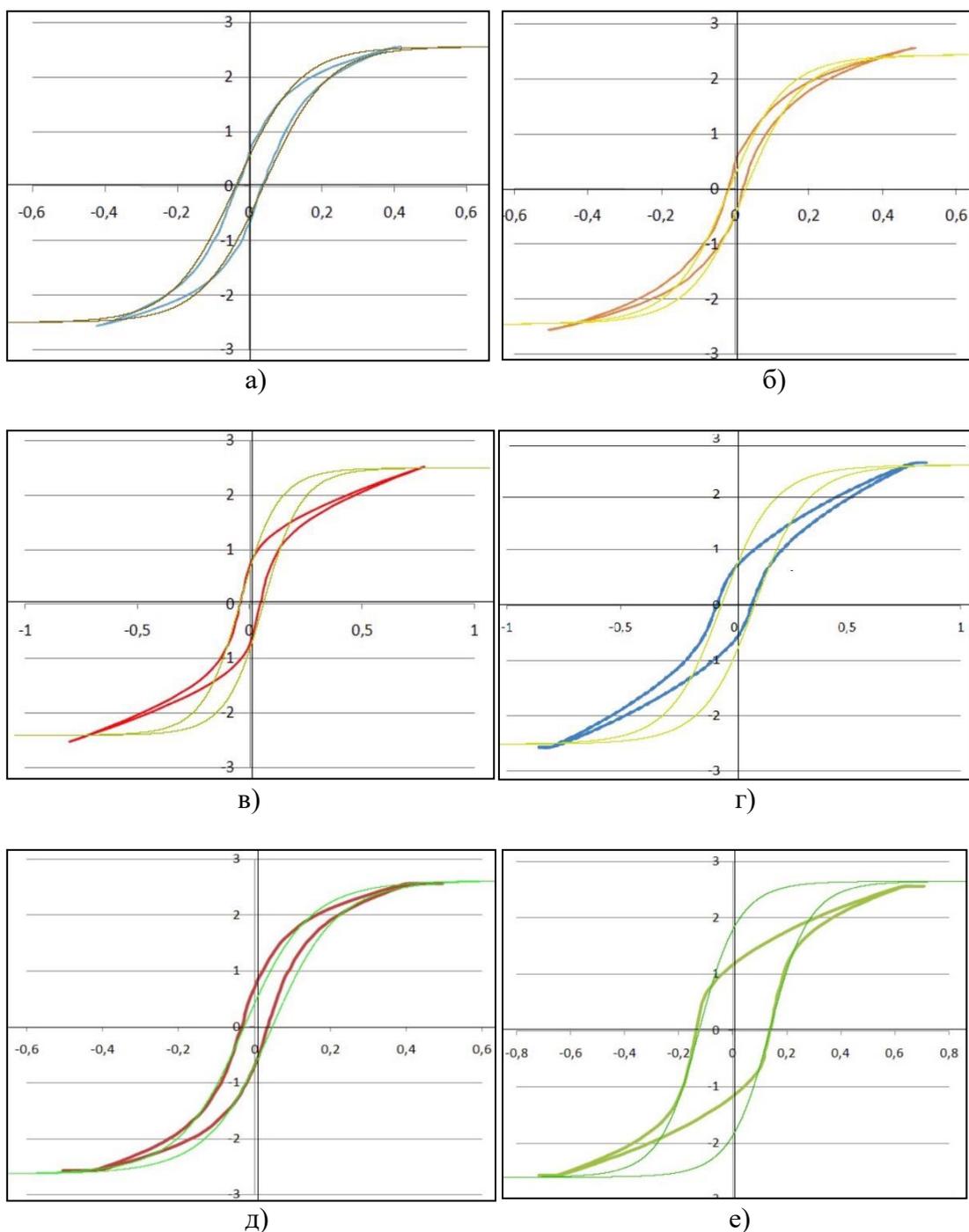


Рисунок 2 - Результат моделирования петель гистерезиса с использование программы (а - сталь 20, б - 09Г2С, в- 30ХГСА, г – 40Х, д – Ст3, е – ШХ15)

В результате проделанной работы было подтверждено, что с помощью программы составленной на основе теории Такаги можно моделировать петли гистерезиса для ферромагнитных материалов. Наибольшее совпадение в сравнении теоретических и экспериментальных петель было выявлено для образцов марок: сталь 20, 09Г2С и Ст3, а наименьшее совпадение экспериментальных и моделируемых петель было выявлено у образцов марок: 30ХГСА, ШХ15 и 40Х.

Стали: сталь 20, 09Г2С, Ст3 относятся к магнитомягким сталям. Стали: 30ХГСА, 40Х, ШХ15 относятся к магнитотвердым сталям.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что программа, составленная на основе теории Такаги, может достоверно моделировать петли магнитного гистерезиса магнитомягких материалов, таких как: сталь20, 09Г2С и Ст3.

Моделирование в составленной программе может стать альтернативой дорогостоящим экспериментальным измерениям ферромагнитных материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Takagi M. On a statistical Domain theory of Ferromagnetic crystals., Part II//. Sci. Rep. TohokuImp. Univ. 1939 Vol 28, p 85-127.
2. Проботюк, В.В. Математическая модель магнитоупругого преобразователя и его гармоническое представление: диссертация к.т.н: 05.13.18/ Проботюк Владимир Викторович.- Тюмень, 2005. - 112с.