

## ОЦЕНКА ВРЕМЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СТАЛИ ПО ПАРАМЕТРАМ ГАРМОНИЧЕСКОГО СПЕКТРА КРИВОЙ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ

© 2024 г. Роман Александрович Соколов<sup>1\*</sup>, К. Р. Муратов<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup> – Тюменский индустриальный университет, 625000 Тюмень, ул. Володарского, д. 38

\* - [falcon.rs@mail.ru](mailto:falcon.rs@mail.ru); \*\* - [muratovkr@tyuiu.ru](mailto:muratovkr@tyuiu.ru)

Одним из критических свойств стали, по которому судят о надежности и сроке эксплуатации изделия, является временное сопротивление [1, 2]. Определение величины  $\sigma_b$  производят стандартным образом в процессе разрушения образца, изготовленного из стали и имеющего определенную форму и геометрические размеры. Методика проведения испытаний требует соблюдение определенных условий и технологических операций для получения искомой величины  $\sigma_b$  [2].

Помимо разрушающих методов определения  $\sigma_b$  существуют неразрушающие методы, например, основанные на регистрации ультразвуковых волн, проходящих через объект контроля [3].

Известны методы магнитного структурного анализа [4, 5], основанные на регистрации и интерпретации магнитных характеристик вещества. В настоящей работе представлены результаты применения подобного подхода для определения величины временного сопротивления материала. В качестве анализируемого параметра использовался гармонический спектр петли магнитного гистерезиса, полученный согласно методике, изложенной в работе [6].

Анализируемые данные были получены на образцах, изготовленных из сталей 15ХСНД, Ст3, 09Г2С после термической обработки.

Одноосное растяжение образцов проводилось на разрывной машине ИР 5047-50. Скорость перемещения захватов при испытаниях составляла 15 мм/мин. Регистрация петель магнитного гистерезиса производилось при помощи магнитного структуроскопа АПС DIUS 1.15, реализующего измерения в замкнутой магнитной цепи.

На основе метода разделения диагноза в пространстве признаков был найден комплексный параметр  $P$ , величина которого имеет удовлетворительную корреляцию с  $\sigma_b$  исследуемых материалов (рис. 1).

Данные приведенные на рис. 1 показывают наличие удовлетворительной корреляции между величиной  $\sigma_b$  и  $P_1$ . Достоверность описания наблюдаемой зависимости составляет  $R^2 = 0,92$  с относительной ошибкой определения временного сопротивления равной  $\pm 9,6$  %.

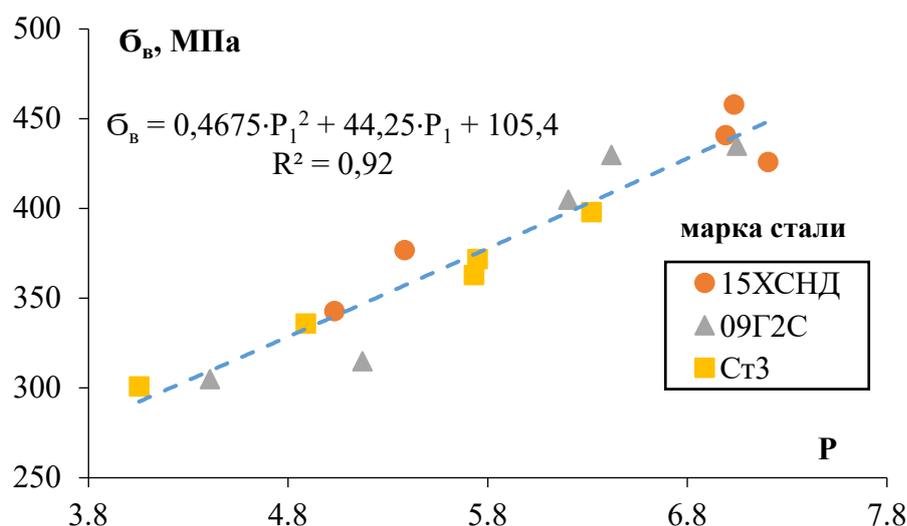


Рис. 1. Изменение величины  $\sigma_b$  при изменении величины  $P$ , полученного по гармоническому спектру петли магнитного гистерезиса.

Полученные результаты отражают возможность практического использования комплексного параметра  $P$ , полученного по спектральным составляющим петли магнитного гистерезиса для оценки величины  $\sigma_b$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агамиров, Л.В. Машиностроение. Энциклопедия. В 40 т. Разд. 2. Материалы в машиностроении. Т. 2-1. Физико-механические свойства. Испытания металлических материалов. М.: Машиностроение, 2010. 851 с.
2. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение: Введ. 1986-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1990. 52 с.
3. Полетика И.М., Егорова Н.М., Куликова О.А., Зувев Л.Б. Об ультразвуковом контроле неоднородности механических свойств горячекатаной стали // Журнал технической физики. 2001. Т. 71. № 3. С. 37—40.
4. Пономарев Ю.Ф. Закономерности гармонических составляющих намагниченности циклически перемагничиваемых ферромагнитных сердечников и возможности их использования. I. Критерии физического подобия // Дефектоскопия. 1983. № 9. С. 52—62.
5. Новиков В.Ф., Нерадовский Д.Ф., Соколов Р.А. Использование квазистатических петель магнитного гистерезиса для контроля структуры стали // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. 2016. Т. 18. № 2. С. 38—49.
6. Соколов Р.А., Муратов К.Р., Новиков В.Ф. Применение параметров спектральных характеристик кривой перемагничивания для определения твердости ферромагнитного материала // Дефектоскопия. 2023. № 6. С. 70—72.