

# کاربرد روش غیرمخرب جریان گردابی در تعیین عمق لایه کربن زدایی در فولادها

مهرداد کاشفی، سعید کهربائی و علیرضا صاحب علم

دانشکده مهندسی مواد- دانشگاه فردوسی مشهد

( دریافت مقاله : ۸۸/۱۰/۳۰ - پذیرش مقاله : ۸۹/۱/۲۱ )

## چکیده

کربن زدایی اثرات نامطلوبی بر خواص مکانیکی فولاد از جمله سختی، مقاومت به سایش و خستگی دارد. از آنجا که تقریباً در فرآیند تولید تمامی قطعات تولیدی در صنعت، حداقل یک مرحله عملیات در دمای بالا مانند فورج گرم یا عملیات حرارتی پیش بینی می شود، از نقطه نظر کاربردی تعیین عمق لایه کربن زدایی شده اهمیت ویژه دارد. روش های سنتی جهت تعیین عمق این لایه روش های مخرب شامل متالوگرافی و یا سختی سنجی است که وقت گیر و پرهزینه می باشند. آزمون جریان گردابی یک آزمون غیرمخرب است که به سرعت اجرا شده و از آنجا که پاسخ آن به ترکیب شیمیایی و ریزساختار ماده مورد نظر حساس است، لذا به دلیل تفاوت خواص مغناطیسی لایه کربن زدایی شده با دیگر قسمت های قطعه، می توان از این روش غیر مخرب در تعیین عمق لایه کربن زدایی شده در قطعات فولادی بهره گرفت. در این پژوهش به منظور بدست آوردن عمق های متفاوت از لایه کربن زدایی شده، فولاد CK45 در دمای  $900^{\circ}\text{C}$  در زمان های متفاوتی قرار داده شده و اندازه این لایه ها با سه روش مشاهدات میکروسکوپی، سختی سنجی و جریان گردابی تعیین گردیده و نتایج حاصله با یکدیگر مقایسه شده اند. در تحقیق حاضر، پارامترهای پاسخ به جریان القایی شامل ولتاژهای اولیه و ثانویه، اختلاف فاز ولتاژ و جریان، امپدانس نرماله شده و هارمونیک ها، مورد توجه و بررسی قرار گرفته اند. نتایج حاصله نشان دهنده دقت قابل قبول جریان گردابی در مقایسه با دو روش مخرب دیگر می باشد.

واژه های کلیدی: عمق لایه کربن زدایی شده، آزمون غیرمخرب، آزمون جریان گردابی، امپدانس نرماله.

## Application of eddy current nondestructive method for determination of decarburizing depth in steels

M. Kashefi, S. Kahrobaee and A. Saheb Alam

Department of Materials Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

### Abstract

Decarburization has undesirable effects on mechanical properties of steel parts such as hardness, wear and fatigue resistance. At least, one treatment stage at high temperature such as hot forging or heat treatment is predicted in almost any production process of industrial parts. As a result, determination of depth of the decarburized layer is especially important from practical point of view. Traditional destructive methods of determining depth of this layer, include metallographic or hardness test which are time-consuming and costly. Eddy current test is a non-destructive technique which is performed rapidly. Since its response is sensitive to chemical composition and microstructure of the material under consideration of non-destructive method can be used in determining depth of the decarburized layer in steel parts due to difference in the microstructures and as a result in magnetic properties of the decarburized layer with other parts of specimen. In this study Fe-0.45 wt.% C steel was held in  $900^{\circ}\text{C}$  for different period of time and depth of these layers were determined by using three methods: microscopic observations, hardness test measurements and non-destructive eddy current technique. The results were compared to each other. In present research, the respond of test samples to induction current including primary and secondary voltages, normalized impedance and harmonics are considered and examined. Results show acceptable accuracy in comparison with two other destructive methods.

**Keywords:** *The Depth of the Decarburized Layer, Non-Destructive Test, Eddy Current Test, Normalized Impedance.*

**E-mail of corresponding author:** saeed\_kahrobaee@yahoo.com