

Degradacja struktury oraz zmiany właściwości mechanicznych stali oceniane za pomocą parametrów szumu Barkhausena

Katarzyna Makowska¹, Zbigniew L. Kowalewski^{1,2}, Bolesław Augustyniak³

¹ Instytut Transportu Samochodowego, ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa, tel.: (0 22) 43 85 534, katarzyna.makowska@its.waw.pl

² Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, tel.: (0 22) 826 12 81 w. 205, zkowalew@ippt.pan.pl

³ Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, (0 58) 347 14 95, bolekm@mif.pg.gda.pl

1. Cel pracy

Celem niniejszej pracy jest próba określenia degradacji strukturalnej oraz zmiany właściwości mechanicznych stali za pomocą techniki nieniszczącej, polegającej na pomiarze parametrów szumów Barkhausena.

Szum Barkhausena jest sygnałem napięciowym generowanym przez skokowy ruch granic domenowych, powstającym na skutek zmiany natężenia pola magnetycznego [1]. Ściany domenowe są chwilowo blokowane przez elementy mikrostruktury, takie jak: granice ziaren, dyslokacje, wydzielenia, stanowiące przeszkody dla ich ruchu, a następnie w sposób nagły odblokowywane podczas zmiany natężenia pola magnetycznego.

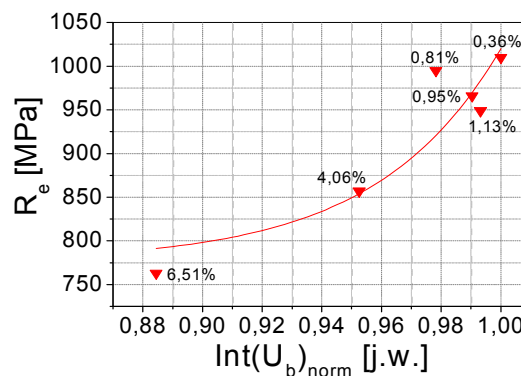
2. Eksperyment badawczy

Stale energetyczne poddano laboratoryjnemu pełzaniu (i alternatywnie deformacji plastycznej) do różnych czasów jego trwania w celu otrzymania materiału badawczego o różnym stopniu wyeksploatowania. Następnie, na wstępnie odkształconych próbkach wykonano kolejno: badania obwodni magnetycznej emisji Barkhausena, statyczną próbę rozciągania w temperaturze pokojowej oraz metalografię jakościową i ilościową.

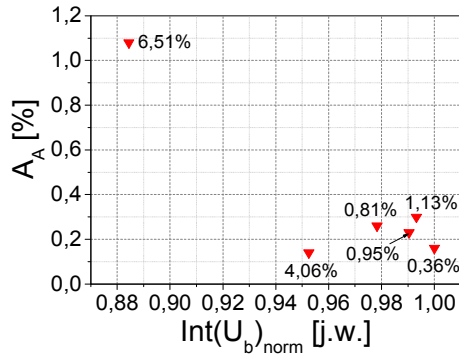
W ostatnim etapie programu badań zbadano związki pomiędzy parametrami wyznaczonymi za pomocą metod niszczących i nieniszczących.

3. Przykładowe wyniki badań

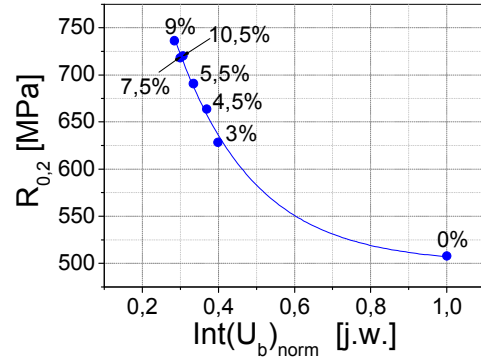
Na rysunkach 1-4 przedstawiono przykładowe próby określenia granicy plastyczności oraz udziału pustek w stali za pomocą parametrów wyznaczonych metodami magnetycznymi.



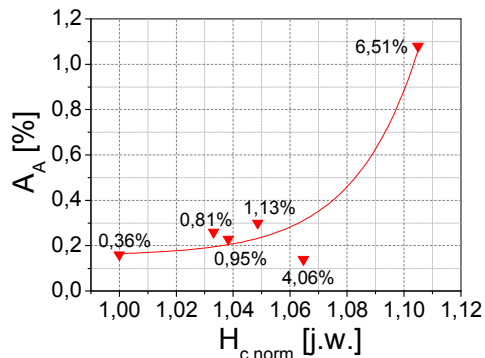
Rys. 1. Związek pomiędzy granicą plastyczności stali 40HNMA poddanej pełzaniu przyspieszonemu ($\sigma=250\text{MPa}$, $T=500^\circ\text{C}$) a całką wyznaczoną z obwodni emisji Barkhausena. Na rysunku zaznaczono wartości odkształcenia wstępnego.



Rys. 2. Związek pomiędzy średnim udziałem pustek na 1 mm² w stali 40HNMA poddanej pełzaniu przyspieszonemu ($\sigma=250\text{MPa}$, $T=500^\circ\text{C}$) a całką wyznaczoną z obwiedni emisji Barkhausena. Na rysunku zaznaczono wartości odkształcenia wstępnego.



Rys. 4. Związek pomiędzy granicą plastyczności stali P91 poddanej deformacji plastycznej a całką wyznaczoną z obwiedni emisji Barkhausena. Na rysunku zaznaczono wartości odkształcenia wstępnego.



Rys. 3. Związek pomiędzy średnim udziałem pustek na 1 mm² w stali 40HNMA poddanej pełzaniu przyspieszonemu ($\sigma=250\text{MPa}$, $T=500^\circ\text{C}$) a koercją. Na rysunku zaznaczono wartości odkształcenia wstępnego.

4. Wnioski

Parametry wyznaczone z obwiedni magnetycznej emisji Barkhausena mogą być pomocne w ocenie właściwości mechanicznych stali energetycznych 40HNMA i P91. Pole koercji umożliwia określenie udziału pustek w stali energetycznej 40HNMA.

Literatura

- [1] D. Jiles, Introduction to magnetism and magnetic materials. Taylor and Francis Group, New York, 1998.
- [2] A. Blaow, J.T. Evans and B.A. Shaw, The effect of microstructure and applied stress on magnetic Barkhausen emission in induction hardened steel. J. Mater Sci 42: 4364-4371, 2007.

STRUCTURAL DEGRADATION AND MECHANICAL PROPERTIES VARIATIONS OF STEELS EVALUATED BY MEANS OF BARKHAUSEN NOISE PARAMETERS

The aim of this work is an attempt for evaluation of structural degradation and mechanical properties variations by means of parameters calculated on the basis of Barkhausen noise. Magnetic Barkhausen emission is the result of the irreversible movement of magnetic domain walls during a magnetisation cycle. Domain walls are pinned by microstructural barriers (grain boundaries, precipitates, dislocations, voids) and released abruptly in the changing magnetic field.

The specimens of power engineering steels were subjected to creep or plastic deformation. Each process was interrupted for a range of the selected time periods in order to achieve specimens with an increasing level of strain. After each loading process the specimens were tested using magnetic method. Subsequently, the static tensile tests and qualitative and quantitative metallography were carried out. At the last part of the experimental programme the relationships between parameters determined by means of destructive and non-destructive methods were found.