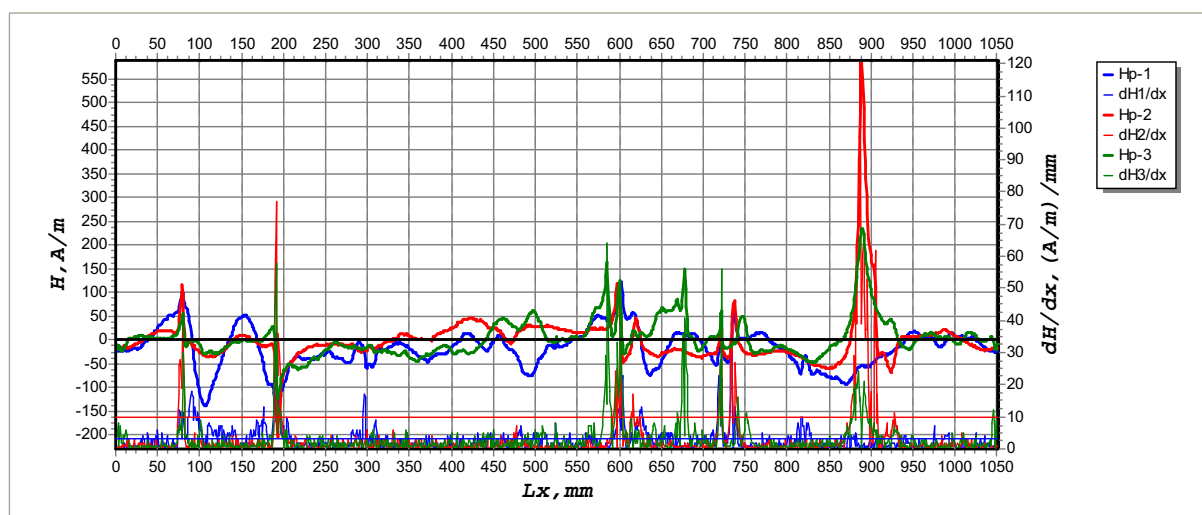


ZASTOSOWANIE METODY PAMIĘCI MAGNETYCZNEJ DO IDENTYFIKACJI USZKODZEŃ EKSPLOATACYJNYCH

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań materiałowych w miejscu ujawnionej, na połączeniu spawanym komory spalania silnika raketowego, anomalii magnetycznej. Metoda nieniszczącej badań, zwaną Metodą Pamięci Magnetycznej Metalu, pozwala na wykrycie (bez dodatkowego magnesowania badanego elementu) różnego rodzaju wad materiałowych, zmian struktury oraz obszarów koncentracji naprężeń. Dla wykonania badań wystarczy namagnesowanie elementu w ziemskim polu magnetycznym. W artykule omówiono przypadek ujawnienia strefy z anomalią magnetyczną na grani połączenia spawanego komory spalania silnika raketowego na paliwo stałe. W obszarze tym widoczne było uszkodzenie spoiny, prawdopodobnie w wyniku uderzenia. Badania materiałowe, na pobranym z tego miejsca wycinku, miały określić rodzaj uszkodzenia, w tym ewentualne zmiany struktury materiału.

1. Wstęp

W trakcie badań połączeń spawanych komory spalania silników raket 3M9ME zaobserwowano na jednym z nich obszar z anomalią magnetyczną. Charakteryzowała się ona znaczną, bo 120 (A/m/mm) szybkością zmian natężenia pola magnetycznego – Rys. 1. Obszar ten położony był na grani badanej spoiny.

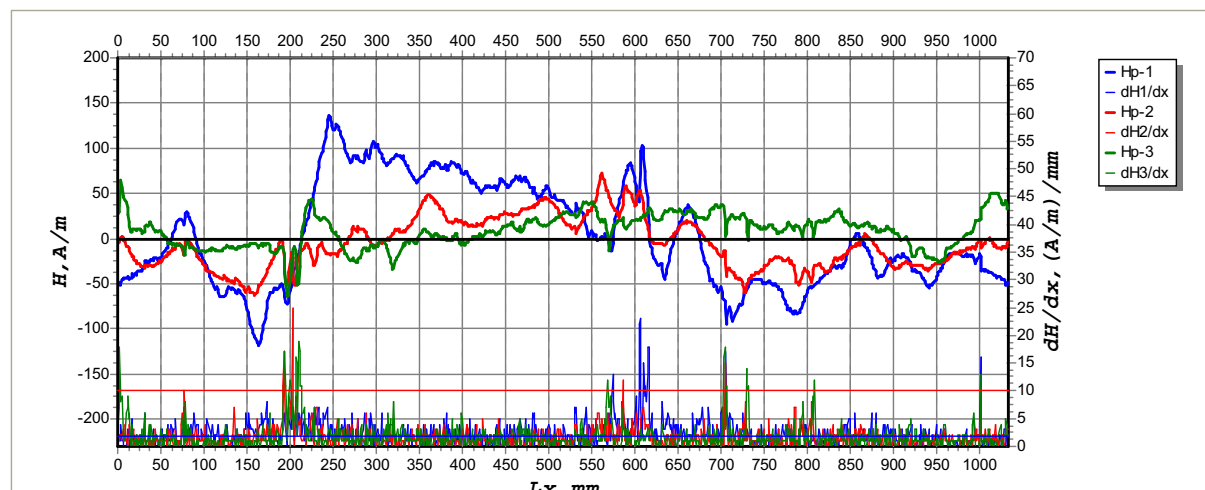


Rys. 1. Rozkład pola magnetycznego nad spoiną nr 2, silnika z rakiety nr 5II 3044.

W trakcie oględzin zewnętrznych zaobserwowano w tym obszarze wgniecenie na grani spoiny, jak od silnego uderzenia mechanicznego.

W odniesieniu do innych zbiorników tak dużych anomalii magnetycznych nie obserwowano – Rys. 2.

W celu określenia charakteru uszkodzenia przeprowadzono szczegółowe badania materiałowe z metalograficznymi włączeniami.



Rys. 2. Rozkład pola magnetycznego nad spoiną nr 2, silnika nr 7A 2191.

W celu określenia charakteru uszkodzenia przeprowadzono szczegółowe badania materiałowe z metalograficznymi włączeniami.

2. Badania materiałowe

Wycinek – Fot. 1 pobrany został z komory spalania silnika rakiety nr 5И 3044 z ujawnionym, w trakcie badań metodą pamięci magnetycznej metalu, obszarem z anomalią magnetyczną. Stanowiła go próbka o wymiarach 115 x 130 mm z fragmentem spoiny, zabezpieczona powłoką ochronną z podłożem stalowym o grubości około 3 mm.

Celem badań było ujawnienie ewentualnych przyczyn występowania anomalii magnetycznej.

W zakres badań wchodziło;

- analiza składu chemicznego materiału komory spalania;
- badania struktury materiału w pobliżu spoiny;
- analiza struktury spoiny pod kątem ewentualnej obecności wad.

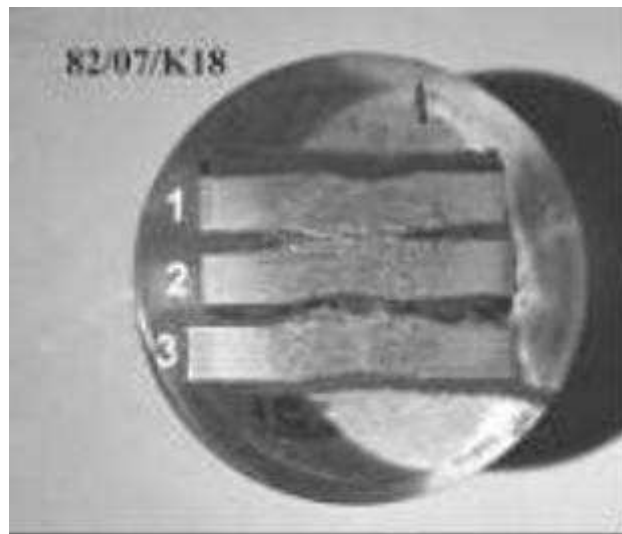
Przed przystąpieniem do badań próbki aklimatyzowano przez 24 godziny w temperaturze $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ i wilgotności względnej powietrza $50\pm 5\%$.

Wycinek pobrany został z miejsca, gdzie stwierdzono oderwania zewnętrznej powłoki lakierowej. Oględziny pod mikroskopem przy powiększeniu 10x wykazały obecność nalotów korozyjnych. Do badań strukturalnych wybrano 3 miejsca i oznaczono je kolejno 1, 2 i 3 - Fot. 1.



Fot. 1. Powierzchnia zewnętrzna próbki z zaznaczonymi miejscami badania spoiny.

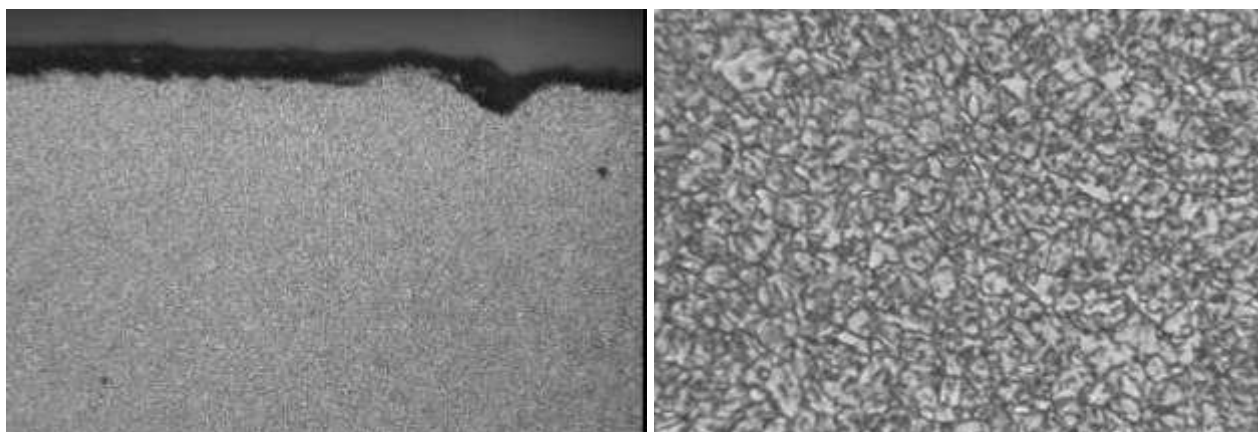
Wycięte z wybranych miejsc próbki zostały zainkludowane w żywicy. Przekrój poprzeczny przez spoinę jest widoczny na foto 2. Grubość spawanych blach wynosi 3mm. Szerokość spoiny wynosi 9 mm. Grań spoiny jest wklęsła.



Fot. 2. Widok spoin próbki.

Strukturę materiału rodzimego próbki pokazano na Fot. 3 i 4. Jest to bardzo rozdrobniona struktura sorbityczna.

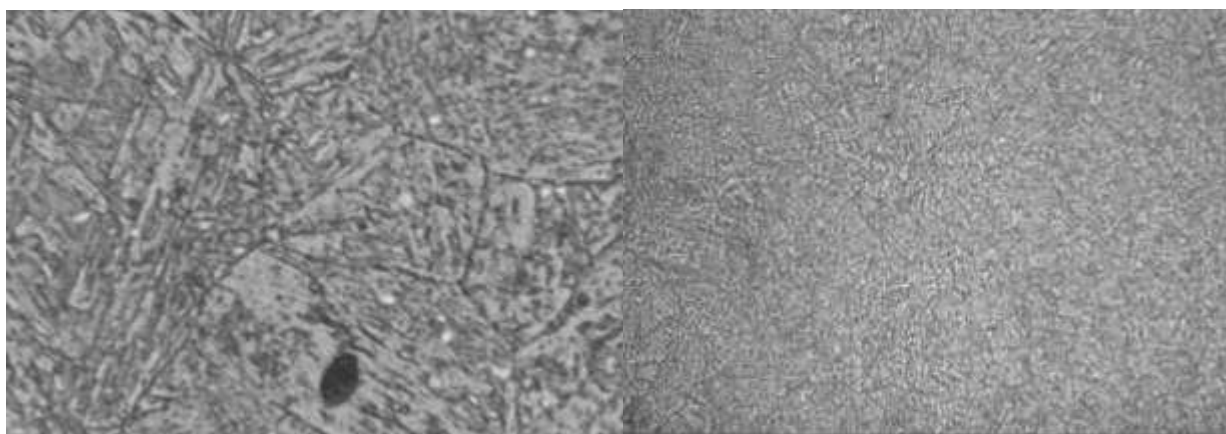
Analiza składu chemicznego materiału komory spalania wykazała najlepszą jego zgodność z gatunkiem stali rosyjskiej ЭИ 712.



a) próbka:-material rodzimy, pow.200x, p.1

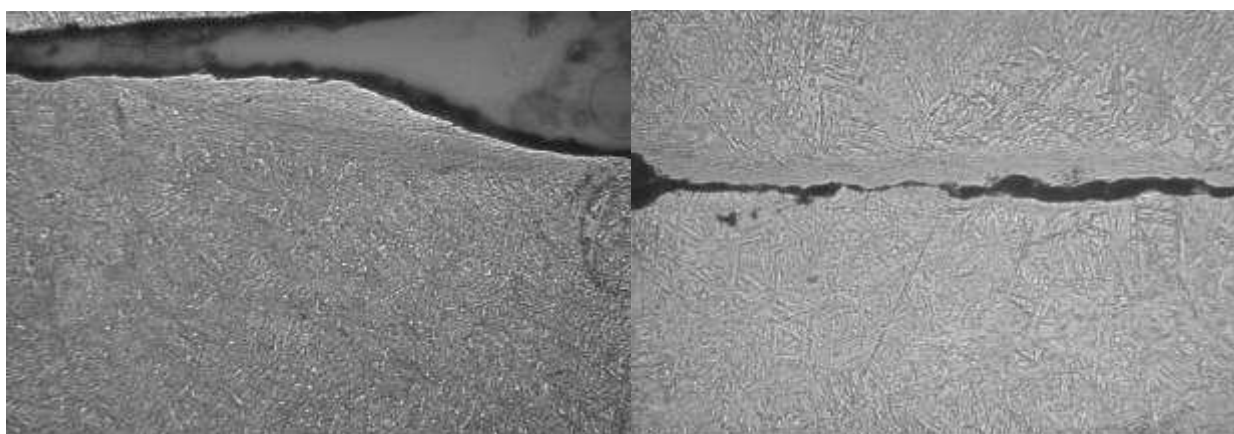
b) material rodzimy, pow.1000x, p.2

Fot. 3. Struktura materiału rodzimego



a) spoina, pow. 1000x, p.1

b) swc, pow. 200x, p.2



c) spoina lico-wada, pow. 200x ,p.2

d) wada na spoinie, pow.200 x, p.2 i 3.

Fot. 4. Struktura materiału rodzimego i spoiny.

Na foto 4 a i b widoczna jest spoina i strefa wpływu ciepła. Spoina ma strukturę drobnoiglastą typu bainitycznego.

Obserwowane na licu próbki wady w miejscu odłupania farby (miejsce 2 i 3 na foto 1) widoczne są jako słabo trawiące się miejsca (foto 4 c, d) z wyraźnie zgniecioną mechanicznie strukturą. Powstały one najprawdopodobniej w wyniku silnego uderzenia. Odłupanie ochronnej powłoki malarskiej spowodowało powstanie ogniska korozji w tym miejscu, uwidocznione rdzawymi nalotami w punktach 2 i 3, foto 1.

3. Wnioski

Badania metodą pamięci magnetycznej metalu pozwalają ujawnić obszary z uszkodzeniami eksploatacyjnymi – Rys. 1 i foto 1.

Badania metalograficzne próbki z anomalią magnetyczną ujawniły w tym przypadku wyraźnie zgniecioną mechanicznie strukturę (Fot. 4 c i d), powstałą najprawdopodobniej w wyniku silnego uderzenia - ślad taki widniał na licu spoiny komory spalania silnika raketowego.

Literatura

- [1] A.A. Dubov. “ Diagnostyka wytrzymałości oprzyrządowania i konstrukcji z wykorzystaniem magnetycznej pamięci metalu”. Dozór Techniczny 1, 2002, str 37-40 i Dozór Techniczny 2, 2002, str 14-18.
- [2] J. Deputat. „Podstawy metody magnetycznej pamięci metalu”. Dozór Techniczny 5, 2002, str 97-105.
- [3] Sprawozdanie z pracy nt. „ Badania materiałowe próbek W1, W2 i K18. Laboratorium badań i oceny własności mechanicznych materiałów, części maszyn i konstrukcji. Instytut Mechaniki Precyzyjnej. 01-796 Warszawa, ul. Duchnicka 3.
- [4] A.H.Morrish. “Fizyczne podstawy magnetyzmu.” PWN Warszawa 1970r.
- [5] Z. Łapiński i inni. „Metoda pamięci magnetycznej metalu. Kryteria identyfikacji stref koncentracji naprężeń.” WITU, PTU 2002.

APPLICATION OF MAGNETIC MEMORY METHOD FOR IDENTIFICATION OF DEFECTS

Abstract: Materials science tests were carried out on a spot of detected magnetic anomaly in the welded joint of the rocket motor burning chamber. The non-destructive method called the Metal Magnetic Memory Method is a tool for detecting (without additional magnetisation of tested material) defects of different types in the stuff, changes of the structure and concentration of stresses. To carry out the test the level of magnetisation in the Earth magnetic field is enough. In the paper the case is presented when an area of magnetic anomaly was spotted in the welded joint of the burning chamber of the solid propellant rocket motor. In this area the defect of welding was visible and it could happen in the result of hitting. Materials science tests of the stuff from defected area were carried out to find out the type of reason for the defect and structural changes in the stuff.