

M. SUŁOWSKI*

STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF Mn-Cr-Mo PM STEELS SINTERED IN DIFFERENT CONDITIONS

STRUKTURA I WŁASNOŚCI MECHANICZNE SPIEKANYCH STALI MANGANOWO-CHROMOWO-MOLIBDENOWYCH WYTWARZANYCH W RÓŻNYCH WARUNKACH

The effect of H_2/N_2 ratio in a sintering atmosphere on microstructure and mechanical properties of Fe-3%Mn-(Cr)-(Mo)-0.3%C PM steels has been shown. Pre-alloyed Astaloy CrL (1.5 wt.-%Cr and 0.25 wt.-% Mo) and Astaloy CrM (3 wt.-%Cr and 0.5 wt.-% Mo) powders were used to prepare the mixtures with low-carbon ferromanganese (77 wt.-% Mn and 1.3 wt.-% C) and graphite powders. Single-pressed compacts containing 3 wt.-% Mn and 0.3 wt.-% C with green density in the range of 6.8-7.1 $g\text{cm}^{-3}$ were produced. Sintering was carried out at 1120°C and 1250°C for 60 minutes under flowing different H_2/H_2 mixtures:

- A1 – 75 vol. % H_2 -25 vol. % N_2 ,
- A2 – 25 vol. % H_2 -75 vol. % N_2 ,
- A3 – 5 vol. % H_2 -95 vol. % N_2 ,
- A4 – 100 vol. % N_2 .

After isothermal sintering specimens were slow ($\sim 2^\circ\text{C}/\text{min}$) cooled to room temperature.

Tensile (UTS) and transverse rupture (TRS) strengths, elongation (A), $R_{0.2}$ yield offset, Young's modulus (E), impact toughness and apparent surface hardness were examined. Following mechanical tests, to investigate the microstructure of sintered Mn-Cr-Mo steels, light optical microscopy was employed.

It was shown that sintered properties are hardly influenced by the imposed sintering atmospheres. The best combination of plastic and tensile properties of examined steels was achieved after sintering in hydrogen-rich atmospheres.

Keywords: powder metallurgy (PM), PM steels, mechanical properties, sintering atmosphere, slow cooling, sintered microstructure, Young modulus

W pracy przedstawiony został wpływ składu chemicznego atmosfery spiekania, będącej mieszaniną wodoru i azotu, na strukturę i własności spiekanych stali o składzie chemicznym Fe-3%Mn-(Cr)-(Mo)-0.3%C. Do wytworzenia mieszanek proszków wykorzystano proszki stopowe Astaloy CrL (1,5% mas. Cr i 0,25% mas. Mo) i Astaloy CrM (3% mas. Cr i 0,5% mas. Mo) oraz niskowęglowy proszek żelazomanganu (77% mas. Mn i 1,3% mas. C). Założoną zawartość węgla uzyskano dodając do mieszanki proszków grafit. Wypraski o zawartości 3% mas. manganu i 0,3% mas. węgla, sprasowane jednostronnie w sztywnej matrycy, charakteryzowały się gęstością w zakresie od 6,8 g/cm^3 do 7,1 g/cm^3 . Spiekanie kształtek prowadzono w temperaturze 1120°C i 1250°C przez okres 60 minut, w atmosferze będącej mieszaniną wodoru i azotu o następujących proporcjach gazów składowych:

- A1 – 75% obj. H_2 -25% obj. N_2 ,
- A2 – 25% obj. H_2 -75% obj. N_2 ,
- A3 – 5% obj. H_2 -95% obj. N_2 ,
- A4 – 100% obj. N_2 .

Po spiekanu stalowe próbki chłodzone były do temperatury otoczenia wraz z piecem ze średnią szybkością $\sim 2^\circ\text{C}/\text{min}$.

W celu określenia wpływu warunków wytwarzania na strukturę i własności mechaniczne konstrukcyjnych, spiekanych stali manganowo-chromowo-molibdenowych przeprowadzono badania wytrzymałości na rozciąganie i wytrzymałości na zginanie jak również wyznaczono wydłużenie całkowite spieków oraz umowną granicę plastyczności $R_{0.2}$. Ponadto wykonano pomiary modułu Younga metodą ultradźwiękową, a także badania udurowienia oraz twardości spiekanych stali Mn-Cr-Mo. Identyfikację składników strukturalnych przeprowadzono w oparciu o badania metalograficzne spieków przy zastosowaniu mikroskopii świetlnej.

* FACULTY OF METALS ENGINEERING AND INDUSTRIAL COMPUTER SCIENCE, AGH-UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, DEPARTMENT OF PHYSICAL AND POWDER METALLURGY, 30-059 KRAKÓW, 30 MICKIEWICZA AVE., POLAND

Jak wykazały przeprowadzone badania, struktura i własności spiekanych stali manganowo-chromowo-molibdenowych silnie zależą od składu chemicznego atmosfery spiekania. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że najlepszymi własnościami charakteryzowały się stale wytworzone w atmosferach bogatych w wodór.