

Mikroskopie oceli X3NiCoMoTi 18-9-5 zpracované 3D tiskem

Microscopy of X3NiCoMoTi 18-9-5 steel processed by 3D printing



Ludmila Kučerová^{1a}, Ivana Zetková^{1b}, Andrea Jandová^{1c}, Martin Bystrianský^{1d}, Kateřina Opatová^{1e}

¹Regionální technologický institut, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň, Česká republika

^aE-mail: skal@rti.zcu.cz, ^bE-mail: zetkova@rti.zcu.cz, ^cE-mail: jandovaa@rti.zcu.cz, ^dE-mail: mbyst@rti.zcu.cz,

^eE-mail: opatovak@rti.zcu.cz

Abstrakt:

Mikrostruktura ocelí zpracovaných aditivními technologiemi (3D tiskem) se výrazně liší od mikrostruktury oceli se stejným chemickým složením připravené konvenčním litím a tvářením. Mikrostrukturní rozdíly jsou způsobeny především velkými gradienty rychlostí při ohřevu laserem a následném ochlazení, které vedou ke vzniku silně nerovnovážných struktur. Pro maraging ocel X3NiCoMoTi 18-9-5 je typická buněčná mikrostruktura tvořená směsní rovnoosých a protažených buněk tuhého roztoku s výskytem malého množství zbytkového austenitu na hranicích těchto buněk. Podíl zbytkového austenitu se mění při následném tepelném zpracování vytištěné oceli. Po žihání na snížení pnutí na 820 °C dojde k úplné austenitizaci původní mikrostruktury a jejímu pomalému ochlazení, při kterém zbytkový austenit ze struktury zcela zmizí. Na druhé straně, při precipitačním vytvrzení na nižší teplotě 490 °C dochází k rozpadu přesyceného tuhého roztoku matrice za vzniku nových precipitátů a dalšího zbytkového austenitu (tzv. reverze austenitu). Rovněž vady mikrostruktury jsou pro materiály získané 3D tiskem odlišné od konvenčních materiálů. Ve větší míře se v tištěných strukturách objevují poměrně hrubě, sferoidizované, oxidy Ti a Fe, kavity charakteristických tvarů v místech dotyku tří zrn a nerozpuštěná zrníčka prášků, nebo jejich části. Vzhledem k velkému vlivu mikrostruktury a jejích vad na mechanické vlastnosti je velmi důležitá analýza vztahu mezi parametry tisku a následného tepelného zpracování, vznikající mikrostrukturou a mechanickým i vlastnostmi.

Abstract:

Microstructure of steel processed by additive technologies (3D printing) is very different from microstructures of steels with the same chemical compositions obtained by conventional casting and forming. Microstructure differences are caused mainly by high thermal gradients produced by laser heating and subsequent cooling, which result in development of non-equilibrium microstructures. For printed maraging steel X3NiCoMoTi 18-9-5, the typical microstructure consist of cells of super-saturated solid solution with thin films of retained austenite placed at cell boundaries. The amount of retained austenite changes with subsequent heat treatment of printed parts. Solution annealing at the temperature of 820°C full austenitization of the original microstructure and its slow cooling results in disappearance of the retained austenite. On the other hand, precipitation hardening at lower temperature 490 °C creates not only new precipitates, but also growth of more retained austenite (so called reversed austenite). The microstructure defects are also slightly different in steels obtained by additive manufacturing than in cast and forged steel. Printed microstructure suffer by higher presence of rather coarse and spherical Ti and Fe oxides, cavities of characteristic shapes placed at triple points and undissolved powder particles or their parts. Due to the high effect of microstructure and its defects on mechanical behaviour of steel, it is of the utmost importance to analyse the relationship between processing parameters of 3D printing and subsequent heat treatment on the final microstructure and mechanical properties.

Klíčová slova: 3D tisk, maragingová ocel, mikroskopie, tepelné zpracování

Key words: 3D printing, maraging steel, microscopy, heat treatment