

## Vliv rychlosti ochlazování na podíl zbytkového austenitu u zápustkových výkovků z vysokopevných ocelí legovaných Mn a Si



### Effects of cooling rate on the volume fraction of retained austenite in high-strength Mn-Si steels

Dagmar Bublíková<sup>1a</sup>, Hana Jirková<sup>1b</sup>, Kateřina Rubešová<sup>1c</sup>, Michal Pekovič<sup>1d</sup>, Julie Volkmannová<sup>1e</sup>

<sup>1</sup>Západočeská univerzita, RTI - Regionální technologický institut, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

<sup>a</sup>E-mail: natasha@rti.zcu.cz, <sup>b</sup>E-mail: hstankova@rti.zcu.cz, <sup>c</sup>E-mail: krubesov@rti.zcu.cz,

<sup>d</sup>E-mail: pekovicm@rti.zcu.cz, <sup>e</sup>E-mail: volkmann@rti.zcu.cz

#### Abstrakt:

V současné době se hledají cesty jak zvýšit mechanické vlastnosti ocelí při zachování dobré pevnosti a tažnosti. Vedle vhodné legovací strategie je další možností zachování určitého množství zbytkového austenitu v martenzitické matici, které vede ke zlepšení houževnatosti materiálu. Jako experimentální ocel byla zvolena ocel s obsahem Mn 2,5%, křemíku 2,09% a chromu 1,34% s podíly Ni a Mo. Z této oceli byl vykovan reálný zápustkový výkovek. Výkovek byl na povrchu a uvnitř opatřen termočládky a tepelně zpracován Q-P procesem. Q-P proces je charakteristický rychlým zachlazením z teploty ohřevu na teplotu zakalení, která leží mezi teplotami  $M_s$  a  $M_f$  a následným ohřevem a výdrží na teplotě přerozdělení, kdy dochází ke stabilizaci zbytkového austenitu. Jako kalící médium byla použita horká voda a pec. Z údajů naměřených pomocí termočládků byly sestaveny modely tepelného zpracování a tyto modely byly odzkoušeny na termomechanickém simulátoru. Následně byla provedena metalografická analýza a byl posouzen vliv rychlosti ochlazování na mechanické vlastnosti a podíl zbytkového austenitu. Bylo dosaženo meze pevnosti kolem 2100 MPa při tažnosti 15% a 17% zbytkového austenitu. Následně byl porovnán model s reálným výkovkem z hlediska struktury i mechanických vlastností a bylo posouzeno, zda lze využít materiálově technologické modelování pro optimalizaci tepelného zpracování výkovků v laboratorních podmínkách.

#### Abstract:

Various ways are sought today to increase mechanical properties of steels while maintaining their good strength and ductility. Besides effective alloying strategies, one method involves preserving a certain amount of retained austenite in a martensitic matrix. The steel which was chosen as an experimental material for this investigation contained 2.5% manganese, 2.09% silicon and 1.34% chromium, with additions of nickel and molybdenum. An actual closed-die forged part was made of this steel. This forged part was fitted with thermocouples attached to its surface and placed in its interior and then treated using the Q&P process. Q&P process is characterized by rapid cooling from a soaking temperature to a quenching temperature, which is between the  $M_s$  and the  $M_f$ , and subsequent reheating to and holding at a partitioning temperature where retained austenite becomes stable. The quenchant was hot water. Cooling took place in a furnace. Heat treatment profiles were constructed from the thermocouple data and the process was then replicated in a thermomechanical simulator. The specimens obtained in this manner were examined using metallographic techniques. The effects of cooling rate on mechanical properties and the amount of retained austenite were assessed. The resultant ultimate strength was around 2100 MPa. Elongation and the amount of retained austenite were 15% and 17%, respectively. Microstructures and mechanical properties of the specimens were then compared to the real-world forged part in order to establish whether physical simulation could be employed for laboratory-based optimization of heat treatment of forgings. Klíčová slova: zápustkové výkovky, Q-P proces, zbytkový austenit, termomechanický simulátor.

**Klíčová slova:** zápustkové výkovky, Q-P proces, zbytkový austenit, termomechanický simulátor.

**Key words:** closed-die forgings, Q&P process, retained austenite, thermomechanical simulator