

Preliminarne preiskave nove generacije oklepne pločevine za lahka oklepna vozila

Jure Bernetič^{1,*} – Tomaž Vuherer² – Matjaž Marčetič¹ – Mladen Vuruna³

¹ Acroni Jesenice, d.o.o., Slovenija

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

³ Univerza za obrambo, Vojaška akademija v Beogradu, Srbija

V podjetju Acroni je bilo razvito novo jeklo PROTAC 500. Prvi preliminarni rezultati preizkušanja mehanskih lastnosti jekla so nakazali možnost uporabe tega jekla za lahka bojna oklepna vozila. Preizkušanje se je nadaljevalo z namenom optimizacije parametrov toplotne obdelave jekla za doseganje optimalnega razmerja med napetostjo tečenja in natezno trdnostjo, ter dobro zaščito pred izstrelki iz lahkega orožja. V ta namen smo se odločili za raziskavo primernosti jekla za oklepe lahkih bojnih vozil. K pisanju prispevka so nas spodbudili preliminarni rezultati preizkušanja balistične odpornosti oklepnega jekla v treh različnih toplotno obdelanih stanjih. Nivo balistične zaščite našega jekla v določenih segmentih celo presega konkurenčna jekla, ki so trenutno na voljo na tržišču.

Za novo razvito jeklo je bilo treba pridobiti rezultate nateznega preizkusa. Izvedeni so bili natezni preizkusi pri sobni temperaturi na cilindričnih preizkušancih premera 5 mm. Rezultati so pokazali, da dobimo največjo natezno trdnost v izhodiščnem stanju (stanje A). Če jeklo popuščamo pri temperaturi 220 °C (Stanje B) ali 280 °C (stanje C) tri ure, se njegova natezna trdnost zmanjša, napetost tečenja pa se poveča. Pri balistični zaščiti, kjer mora jeklo ustaviti projektil, sta ključna trdnost in sposobnost plastične deformacije jekla – torej razmerje ($R_m/R_{p0.2}$). Slednja je pomembna pri zaustavljanju projektila, saj se s plastično deformacijo absorbira energija projektila. Rezultati kažejo, da je najugodnejše razmerje ($R_m/R_{p0.2}$) doseženo pri stanju A. S popuščanjem se zmanjša trdota jekla, ki se je zmanjšala iz 569 HV10 pri stanju A na 533 HV10 pri stanju B in na 525 HV10 pri stanju C.

Udarna žilavost jekla je bila preizkušena s Charpyjevim kladivom. Pri preizkusu se beležijo podatki o sili in času, posredno pa se meri tudi energija, ki se absorbira zaradi lomljenja Charpyjevega preizkušanca. S pomočjo oblike diagrama in magnetnega senzorja, ki zazna, kdaj se pri preizkusu začne širiti razpoka, lahko energijo za lom Charpyjevega preizkušanca razdelimo na energijo za nastanek razpoke in energijo za širjenje razpoke. Ti podatki in oblike diagramov sila-pot kladiva veliko povedo o vedenju jekla, ki je obremenjeno z veliko hitrostjo deformacije. Izkazalo se je, da je največja udarna žilavost zabeležena v stanju B, vendar razlike med stanji niso velike.

Za odločitev o primernosti jekla za oklepe lahkih bojnih vozil je najpomembnejši preizkus o balistični zaščiti po standardu STANAG 4569. Preizkusi so bili izvedeni na vojaškem poligonu pri Beogradu. Pri preizkušanju se meri hitrost jeklenega izstrelka 7.62×39 mm API BZ iz preizkuševalne cevi, ki ustreza standardu STANAG 4569 za uporabo pri testiranju. Pri preizkušanju je obvezna uporaba takšne cevi, saj uporaba puške AK 47 ne zagotavlja optimalnih rezultatov. Pri preizkusu se meri hitrost jeklenega izstrelka (62±1) HRC, ki ga z oddaljenosti 30 m izstrelimo pravokotno na ploščo iz preizkušane jekla. Projektil prileti v ploščo, ki jo preizkušamo, s hitrostjo približno 700 m/s. Hitrost projektila se meri z dvojno optično zaveso tik pred preizkusno ploščo. Rezultati so pokazali, da dobimo najboljše rezultate pri stanju A. Noben projektil ni prebil plošče in pri nobenem tudi niso bile ugotovljene razpoke na zadnji strani plošče, le na enem mestu je bilo zaznati večjo plastično deformacijo. Najslabši rezultati balistične zaščite so pri stanju C, kjer je bila v dveh primerih ugotovljena popolna penetracija projektila, to pa pomeni, da jeklo v stanju C ni primerno za protibalistično zaščito.

Raziskava je pokazala, da je za balistične lastnosti materiala pomembna interakcija natezne trdnosti, trdote, duktilnosti in udarne žilavosti materiala. Optimalna kombinacija teh lastnosti je odločilna za zagotovitev preizkušanja ravni balistične zaščite jekla PROTAC 500. Trenutno je to le še preliminarna raziskava, za boljše razumevanje in statistično obdelavo rezultatov pa je treba izvesti več balističnih preizkusov. V literaturi je sicer le malo člankov, ki bi balistične rezultate povezali z rezultati preizkušanja s Charpyjevim kladivom.

V prihodnje bi bilo treba mesta zadetkov projektilov še metalografsko pregledati ter ugotoviti stopnje plastične deformacije materiala.

Ključne besede: oklepna pločevina, natezna trdnost, napetost tečenja, udarna žilavost, trdota, balistična zaščita