

Modifikacija prevodnega materiala AA6101 kablov OPGW za zaščito pred udari strele

Sedat Karabay*

Univerza Kocaeli, Tehniška fakulteta, Oddelek za strojništvo, Turčija

V članku so opisane faze preizkušanja in izboljševanja samonosilnih optičnih kablov (OPGW) z namenom izpolnjevanja zahtev glede lastnosti v primeru kratkega stika in udara strele. Kompozitna konstrukcija kablov, ki se uporabljajo v turškem prenosnem elektroenergetskem sistemu, vključuje 6 pocinkanih jeklenih žic, 1 cevko iz nerjavnega jekla z več optičnimi vlakni ter 12 žic iz aluminijeve zlitine AA6101. Testni vzorci prototipa kabla OPGW so sicer uspešno prestali kratkostični preizkus, ne dosegajo pa zahtevanih lastnosti v primeru udara strele. Material je bil zato modificiran z dodatkom predzlitine 3% AlB₂ v obliki 9,5-milimetrske palice v talino v vmesnem koritu med pečjo in vertikalno enoto za litje palic za ekstruzijsko stiskalnico. Vzrok za slabšo električno prevodnost zlitine AA6101 je prisotnost težkih kovin kot so Ti, Cr in V, ki se po modifikaciji z AlB₂ izločijo kot netopni boridi. Zasnova kabla OPGW za turški elektroenergetski prenosni sistem, ki bo imel nizke proizvodne stroške in bo izpolnjeval vse zahteve tipskega preskusa ter opravil kratkostični preskus in preskus zaščite proti udaru strele. Z ozirom na značilnosti terena v državi je bil zasnovan in izdelan vsestranski kabel OPGW s prostoležečimi optičnimi vlakni v cevki po zahtevah nacionalnega operaterja električnega omrežja. Pri zasnovi je najpomembnejši električno prevodni del iz aluminijeve zlitine AA6101. Številni fizikalni parametri optičnih vlaken v cevki iz nerjavnega jekla so opredeljeni v priporočilu ITU-T G.655. Mehanske lastnosti pocinkanih jeklenih žic v konstrukciji so določene v IEC888 in ASTM B498. Pocinkane jeklene žice se izdelujejo v treh kvalitetah: kot navadne, visoko trdne in ekstra trdne. Za konstrukcijo so bile izbrane visokotrdne jeklene žice. Cinkova prevleka je skladna z razredom 1 po IEC888. Optična cevka v prototipnem kablu OPGW je bila izdelana iz nerjavnega jekla za cevi 304. Najzahtevnejši vidik zasnove je izbira kombinacije materialov, ki vključuje ekstra trdno pocinkano jeklo, cevko za prosta optična vlakna in žice iz zlitine AA6101. Po izdelavi prototipa so bili pripravljene vzorci podvrženi več laboratorijskim preskusom s simulacijo okoljskih pogojev. Med različnimi preskusi sta še posebej pomembna dva: kratkostični in preskus na streljo. Vodniki se lahko pod vplivom teh zunanjih dejavnikov poškodujejo že v nekaj sekundah. Kabel OPGW je bil zasnovan in izdelan skladno z nacionalnimi in mednarodnimi standardi ter specifikacijami, temu pa je sledilo več preskusov. V eksperimentih je električni oblok uničil 9-10 aluminijastih žic. Turški operater elektroenergetskega omrežja TEIAS zahteva, da se celotna upornost vodnika po obremenitvi s streljo poveča za največ 20%. Število pretrganih žic v kablu OPGW je tako omejeno na 3. Sledila je odločitev o izboljšavi materiala, saj uporaba alternativnih materialov zaradi večjih stroškov izdelka ni prišla v poštev. Material AA6101 je bil izboljššan v vertikalni liniji za litje palic. Vhodni surovec AA6101 je bil izdelan z ekstruzijsko stiskalnico. V talino za 6-metrške palice so bili dodani 3 kg AlB₂ na tono aluminijeve taline za povečanje električne prevodnosti. AlB₂ v obliki 9,5-milimetrskih palic je bil dodan v vmesno korito za raztaljeni aluminij. Po vlečenju surovca na zahtevani premer žice je bila uporabljena toplotna obdelava T8 pri temperaturi 175 °C in v trajanju 6 h. Rezultati kažejo, da se je nemodificirana prevodnost žice AA6101 52,5% IACS izboljšala na 57% IACS. Nato je bil izdelan nov kabel OPGW z modificirano žico in preskušen na udar strele. Kabel OPGW je tokrat izpolnil vse zahteve. Glavni razlog za zmanjšanje poškodb žice je v visoki električni prevodnosti modificirane žice v primerjavi z nemodificirano aluminijevo zlitino AA6101. Nekaj škode so seveda utrpele posamezne žice na zunanji strani vodnika, število pretrganih žic v drugem preskusu s streljo pa je bilo zelo majhno – 1 ali 2. Visoka električna prevodnost zmanjšuje izgube energije v prenosnih vodih. Kabli morajo imeti zaradi varčevanja z električno energijo maksimalno električno prevodnost. Ceneni aluminij ima veliko nečistoč v obliki težkih kovin in talino je zato treba v fazi litja modificirati z AlB₂ za zmanjšanje upornosti surovca in vlečenih žic, iz katerih je izdelan kabel. Ceneni aluminij je torej uporaben pod pogojem, da se modificira z AlB₂ v fazi kontinuirnega litja oz. litja palic. Spojina AlB₂ je primerna za povečanje električne prevodnosti aluminija z 99,6-odstotno čistočo. Študija je tudi dokazala, da je AlB₂ primeren za povečanje električne prevodnosti zlitin Al-Mg-Si. Kabli OPGW se uporabljajo za prenos podatkov in komunikacijo in države v razvoju lahko predstavljene rezultate uporabijo pri svojih naložbah, ki vključujejo kable OPGW. Predstavljena je cenena metoda za proizvodnjo kablov OPGW za elektroenergetske prenosne vode.

Ključne besede: samonosni optični kabel OPGW, udar strele, modifikacija z AlB₂, električna prevodnost, surovec iz AA6101, pretrganje žice, kratek stik, izločevalno utrjanje