

AVTOMATSKI VARILSKI FILTER

Andrej Demšar, Bojan Marin, Miha Pesek

Balder, optoelektronski elementi in merilna tehnika, d. o. o., Teslova ulica 30, 1000 Ljubljana

Automatic welding filter

ABSTRACT

Compared to the classic passive welding filter (darkened glass or plastic sheet), automatic LCD welding protection filter allows the welder undisturbed work without unnecessary lifting and lowering of the welding helmet. The automatic filter adjusts the light transmission according to the lighting condition, so that it darkens to the required shade level when welding light is detected and brightens when welding finishes. This results in more precise welding and increased productivity. Important performance of the automatic welding filter is that it provides full and permanent protection of the eyes against harmful IR and UV light, regardless of the transparency state. This protection is provided by vacuum deposited thin film layer interference filter which transmits a visible part of the spectrum and reflects UV and IR parts.

POVZETEK

Avtomatski varilski filter v primerjavi s klasičnim (obarvano steklo ali plastika) varilcu omogoča neovirano varjenje brez dvigovanja in spuščanja zaščitne varilske maske, saj lahko skozi filter gleda tudi, kadar ne vari. S tem mu je omogočena uporaba obeh rok, zato se pomembno izboljšajo storilnost, kvaliteta in natančnost varjenja. Najbolj pomembno pa je, da avtomatski varilski filter varilcu zagotavlja popolno zaščito oči pred škodljivimi svetlobnimi sevanji med celotnim postopkom varjenja, ker tudi v optično odprtem stanju prepušča samo vidno svetlobo in absorbira/ odbija nevarno UV in IR svetlobo.

1 Predstavitev podjetja

Balder je podjetje, ki je bilo ustanovljeno za prenos izsledkov razvojno-aplikativnih raziskav Instituta "Jožef Stefan" v redno proizvodnjo. Strokovno jedro podjetja izhaja iz Odseka za fiziko trdne snovi, katerega številna in svetovno priznana skupina raziskovalcev se ukvarja z osnovnimi raziskavami na področju tekočerkristalne tehnologije. Balder od leta 1996 dalje deluje v okviru Tehnološkega parka Ljubljana, v letu 1997 pa je pričel velikoserijsko proizvodnjo in prodajo visokotehnoloških izdelkov - zaščitnih avtomatskih varilskih filtrov (AVF).

2 Predstavitev izdelka in tehnični opis

Avtomatski varilski filter je osnovan na uporabi hitrega tekočerkristalnega (LCD - Liquid Crystal Display) svetlobnega preklopnika, ki pod nadzorom posebej v ta namen razvitega elektronskega vezja prilagaja svetlobno prepustnost filtra, tako da lahko varilec ves čas brez težav spremlja potek varjenja. To pomeni, da AVF v nekaj sto mikrosekundah po detekciji svetlobe varjenja potemni do nastavitvene zatemnitvene stopnje in se takoj po prenehanju varjenja povrne nazaj v prozorno "odprto" stanje. AVF je uporaben pri vseh vrstah električnih varilnih naprav in za vse tehnike elektro-varjenja: MIG/MAG, WIG/TIG (argon/helij), varjenje s pokritimi elektrodami, plazemsko rezanje in plazemsko varjenje.

Sestavni deli avtomatskega varilskega filtra so plastično ohišje, optični sklop, sončna celica, fotodetektorji in krmilna elektronika (slika 1).

Ohišje je izdelano iz trpežnega, temperaturno in mehansko obstojnega ter samougasilivega materiala. Balder za ohišja svojih varilskih filtrov uporablja zmesi ABS.

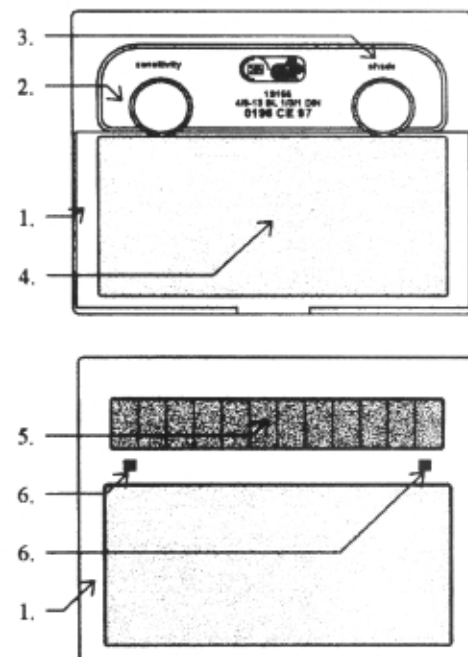
Fotocelica zagotavlja večino energije, potrebne za delovanje AVF-ja. To omogoča, da AVF deluje z vgrajeno litijevo baterijo 7 let in več.

Fotodetektorji selektivno zaznavajo infrardečo svetlobo varjenja in posredujejo signal elektronskemu vezju, ki krmili delovanje optičnega sklopa.

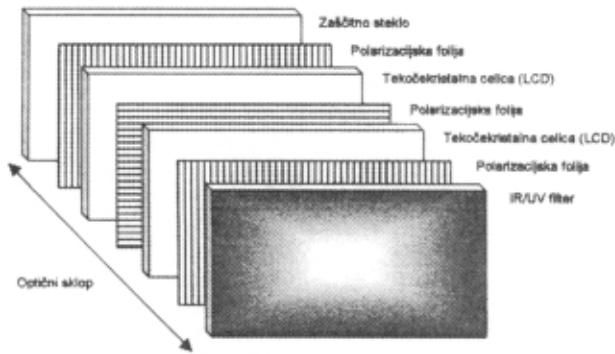
Optični sklop (slika 2) je tehnološko najzahtevnejši del AVF-ja. Sestavljen je iz dveh tekočerkristalnih celic, treh ali štirih polarizacijskih folij, zaščitnega IR-UV filtra ter zaščitnega stekla. Pri tem je pomembno, da IR-UV filter zagotavlja 100 % pasivno varnost varilskega filtra, saj prepreže (delno absorbira in delno odbija) vsa očem nevarna IR- in UV-sevanja, tudi v primeru, če AVF odpove. S tekočerkristalnimi celicami in polarizacijskimi folijami se namreč uravnava le vidni, očem nenevarni del svetlobnega spektra.

IR-UV filter je narejen z vakuumsko tankoplastno tehnologijo nanašanja tankih plasti kovinskih oksidov in kovin iz parne faze (PVD-postopek) na steklo. Na sliki 3 je prikazan prerez takega tankoplastnega pasivnega filtra.

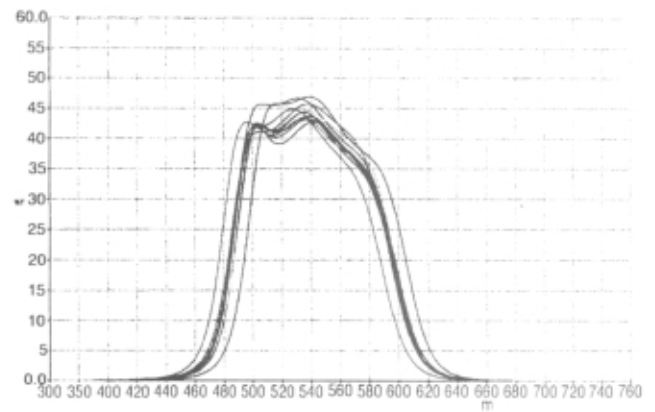
Pasivni filter zapira med 380 in 400 nm boljše od 5×10^{-4} in od 760 nm naprej v IR-območje boljše od 1×10^{-4} . Barvna selektivnost je v vidnem delu takšna, da vidimo



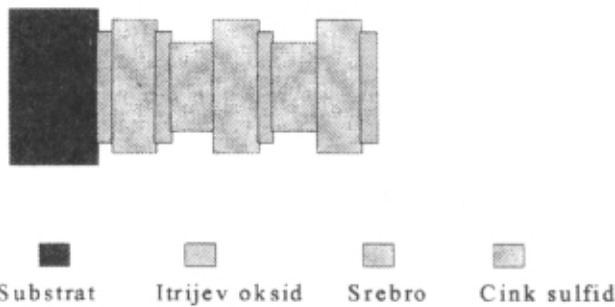
Slika 1: Avtomatski varilski filter (Balder - WLF Professional); 1. Okvir filtra, 2. Gumb za nastavitev občutljivosti, 3. Gumb za nastavitev stopnje zatemnitve, 4. Tekočerkristalni aktivni svetlobni filter, 5. Focelica, 6. Fotodetektorji (fotodiode)



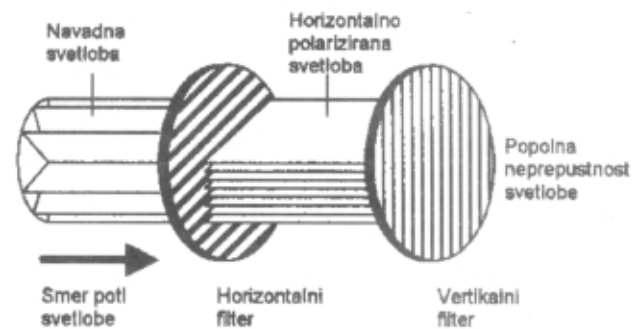
Slika 2: Sestavni deli optičnega sklopa avtomatskega varijskega filtra



Slika 4: Optični spektri desetih zaporednih naparevanj pasivnega filtra



Slika 3: Prerez tankoplastnega pasivnega IR-UV filtra (značilne debeline posameznih plasti so med 20 in 50 nm)



Slika 5: Polarizacija svetlobe

skozi filter tudi rdečo barvo, kar je za varilca zelo pomembno. Na sliki 4 so prikazani značilni optični spektri filtrov iz različnih naparevanj - odmiki spektrov od idealne krivulje so 10 nm v vsako smer, kar je v mejah tolerance.

Tehnologija sestave optičnega sklopa je zahtevna, saj je treba s popolnim optičnim stikom sestaviti v "optični sendvič" kar osem različnih plasti ter pri tem zagotoviti, da se mednje ne ujame niti najmanjša smet ali zračni mehur. To seveda zahteva posebne delovne razmere, in sicer uporabo čistih prostorov in brezprašnih komor ter kontrolirano klimo. Prav tako je treba zagotoviti visoko kvaliteto optičnih elementov, ki sestavljajo "optični sendvič", saj morajo biti tudi le-ti optično brezhibni (ravnost, homogenost, čistost, brez defektov...).

Na osnovi svetlobe, ki jo zaznajo fotodetektorji, **elektronsko vezje** krmili optični sklop. Njegova naloga je prepoznati frekvenco signala oz. svetlobe, ki nastane pri varjenju, in izločiti moteče vire, kot so na primer sončna svetloba, svetloba žarnic, neonskih luči in podobno. Prav tako skrbi za nepretrgano pripravljenost filtra za delo, za samodejen vklop in izklop ter s tem ob čim enostavnejši uporabi tudi čim manjšo porabo energije. Krmila elektronika AVF-ja je takorekoč pravi mali analogni računalnik, kar potrjuje tudi dejstvo, da je vanjo vgrajeno preko 150 elektronskih komponent.

3 Osnovni principi delovanja

Svetloba je valovanje, ki niha v vseh smereh. Ko ji pot preprečimo s polarizacijskim filtrom, dosežemo, da preide skozi polarizator le tista svetloba, ki niha v eni

smeri (polarizacija). Če tako polarizirani svetlobi preprečimo pot še z enim polarizacijskim filtrom, ki ima os polarizacije obrnjeno za 90° glede na polarizacijsko os prvega polarizacijskega filtra, pa dosežemo popolno svetlobno zaporo (slika 5).

Ko med dva polarizacijska filtra, katerih osi polarizacije sta postavljeni pravokotno ena na drugo, postavimo dvolomen prozoren medij, v našem primeru neaktivirano tekočekristalno celico, se polarizirani svetlobi med prehodom skozi le-to zavrti polarizacija za 90°. Zaradi zasuka polarizacije svetloba neovirano preide skozi drugi polarizator.

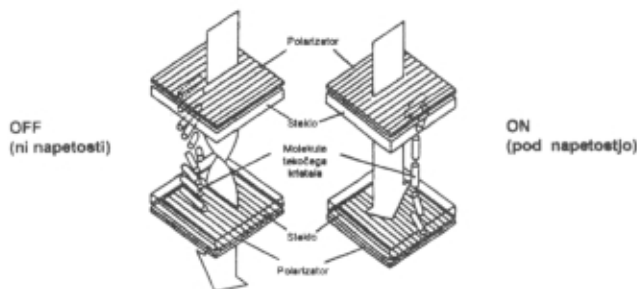
Če pa tekočekristalno celico aktiviramo s tem, da priklopimo električno polje na njene krmilne elektrode, se struktura tekočega kristala spremeni tako, da polarizacije ne zasuka, zato se polarizirana svetloba v drugem polarizatorju enostavno absorbira (glej sliko 6).

4 Prednosti avtomatskega varijskega filtra v primerjavi s klasičnim pasivnim filtrom

Avtomatski varijski filter omogoča popolno zaščito oči med celotnim postopkom varjenja:

- a) Delo je **varnejše in udobnejše**
 - zaščita pred nenadnimi svetlobnimi bliski med varjenjem
 - popolna zaščita oči pred UV- in IR-svetlobo

- dobra vidljivost pred varjenjem, med njim in po njem
 - dvigovanje maske med varjenjem ni več potrebno
 - obe roki sta prosti za delo
- b) Izboljšana kvaliteta varjenja
- dobra vidljivost omogoča boljše pozicioniranje elektrod pred začetkom varjenja in zato boljše varjenje in večjo delovno storilnost
- c) Povečana učinkovitost dela
- zaradi povečane storilnosti, prihranka časa in zmanjšanja nevarnosti poškodb so stroški za nakup AVF-ja povrnjeni že po približno 14 dneh intenzivnega varjenja.



Slika 6: Delovanje aktivirane in neaktivirane tekočerkristalne celice

5 Prednosti Balderjevih filtrov v primerjavi s konkurenčnimi izdelki

Balderjevi AVF-ji so osnovani na zadnjih dosežkih s področja tekočerkristalnih in tankoplastnih tehnologij kot tudi novih tehničnih izpopolnitvah. Omogočajo popolnoma avtomatsko, preprosto in varno delo ter zagotavljajo tudi naslednje lastnosti:

- Posebno, večnivojsko krmiljenje tekočerkristalnih optičnih preklonnikov omogoča ultrahitro preklonno čase (0,20 ms), kar je približno petkrat hitrejše od večine konkurenčnih izdelkov in petnajstkrat hitrejše od zahtev veljavnih standardov.
- Elektronsko krmilno vezje napaja sončna celica in dodatno vgrajena Li-baterija, ki je ni treba menjavati, zagotavlja pa stalno pripravljenost za varno delo tudi pri zelo šibki zunanji svetlobi. Nizka poraba omogoča več kot 7-letno normalno uporabo oziroma skladiščenje ob 2-letni garanciji.
- Invertorski aparati ter aplikacije TIG pri majhnih tokovih (<20A) so za večino konkurenčnih filtrov pretrd oreh, ali pa imajo zanje posebne, znatno dražje izdelke z magnetnim senzorjem. Vsi Balderjevi filtri pa so zaradi uporabe naprednih tehničnih rešitev optimizirani tudi za te aplikacije, še posebej izdelek z nastavljivo zatemnitvijo in nastavljivo občutljivostjo.
- Večplastni pasivni svetlobni filter ščiti pred UV- in IR-svetlobo in obenem zagotavlja odlično vidljivost ter ločljivost naravnih barv, všteti rdečo.

6 Standardi in normativi

Po direktivi EN 89/686/EEC se AVF uvršča v drugo kategorijo PPE (Personal Protective Equipment - ose-

ba zaščitna oprema), kar pomeni, da je treba za pridobitev certifikata CE opraviti vrsto zahtevnih preskusov, kot jih predpisuje standard EN 379. Pridobitev certifikata CE sama po sebi sicer že pomeni dovoljenje za prodajo izdelkov na trgu Evropske zveze, vendar brez zahtevnejšega, sicer neobveznega certifikata DIN, prodaja tovrstnih izdelkov zaradi specifičnih zahtev trga praktično ni mogoča. Poleg certifikata DIN pa se med proizvajalci PPE- izdelkov čedalje bolj uveljavlja tudi nadstandardna in prestižna oznaka "DIN Plus", ki označuje izdelke, pri katerih tako proizvajalec kot tudi certifikacijska organizacija "DIN Certco" uporabniku zagotavlja višjo stopnjo kvalitete in varnosti. Proizvajalec mora imeti ustrezno znanje in opremo, s katero lahko opravlja primerljive preskuse in meritve kot nemški preskusni center Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). Z njimi mora zagotavljati kvaliteto izdelkov skladno s standardom. Izvajanje le-tega redno nadzoruje certifikacijski urad DIN Certco z najmanj vsakoletnim napovedanim ali nenapovedanim obiskom pri proizvajalcu, kjer preveri ustreznost njegovih proizvodnih postopkov, proizvodne dokumentacije, kvaliteto izhodne kontrole in merilnih aparatov. Ob obisku zastopnika DIN Certca le-ta iz redne proizvodnje naključno izbere izdelke, ki jih na stroške proizvajalca preskusi v PTB.

7 Sklep

Balder je s svojim močnim strokovnim zaledjem sedaj edini svetovni proizvajalec AVF-jev, ki v redni proizvodnji lahko zagotavlja kvaliteto "DIN Plus" za vse svoje izdelke. "DIN Plus" je tako Balderjev močan prodajni argument in hkrati eden najmočnejših temeljev Balderjeve strokovne, tehnične in poslovne politike. Pravilnost izbranih smernic se kaže v tem, da je nad 95 % Balderjeve proizvodnje namenjeno izvozu. S svojimi izdelki se je v izjemno kratkem času uveljavil na svetovnem trgu, predvsem uspešen pa je na najzahtevnejših trgih Evropske zveze, kjer v posameznih državah dosega že do 20-odstotni tržni delež.

Literatura

- /1/ Tehnična dokumentacija Balder
- /2/ Standardi: EN 379, EN 165, EN 166, EN 167, EN 168, EN 169
- /3/ EC Direktiva 89/686 - EEC
- /4/ Hilmar Ganser, DIN Plus requirements for personal protective equipment 1998



Slika 5: Uveljavljeni evropski standardi CE, GS, DIN, DIN Plus