

Odredjivanje emisivnosti maskirne mreže sa aluminijumskom folijom IC kamerom

1. Milena Jovanović
Laboratorija za optoelektroniku
Tehnički opitni centar
Beograd, Srbija
milena.kv1996@gmail.com

2. Marina Tripković
Laboratorija za optoelektroniku
Tehnički opitni centar
Beograd, Srbija
marina.maktripkovic9@gmail.com

Abstract—Poznavanje emisivnosti materijala je značajno kako sa stanovišta merenja temperature, tako i sa stanovišta osmatranja i otkrivanja objekta. Podaci o emisivnosti za specijalne materijale, kakvi se koriste u vojnoj tehnici ne mogu se naći u dostupnoj literaturi. Poznato je da emisivnost materijala zavisi od temperature, talasne dužine, ugla zračenja i strukture površine (hrapavost, oksidacija, premazi), materijala i geometrije. Odredjivanje emisivnosti materijala IC kamerom se vrši u cilju da se pokaže postojanje bitnih razlika u karakteristikama provodnih i izolacionih materijala (dielektrika) i njihova primena u vojne svrhe.

Ključne reči—emisivnost materijala; IC zračenje; merenje temperature; toplotna provodljivost, termovizijska kamera

I. UVOD

Od izuzetne važnosti je primena IC termovizije u vojci, npr. za otkrivanje maskiranih objekata, vizuelizaciju objekata u noćnim uslovima, snimanje signature aviona, rešavanje raznih problema u vazduhoplovnoj industriji koji su u vezi sa temperaturnim stanjem itd [1]. Opseg infracrvenog zračenja se nalazi izmedju vidljivog dela spektra i radio talasa [2].

Odredjivanje temperature površi materijala (objekta) primenom IC kamere je nekontaktna metoda merenja temperature, koja je pogodna za površi koje su nedostupne, jer senzor ne mora da bude u neposrednom dodiru sa objektom čija se temperatura meri. [3], [4]. Raspon u kojem se nalazi IC zračenje je od 780 nm-1 mm.

U ovom radu je posmatran i analiziran materijal koji treba da omogući maskiranje objekta, a sa ciljem postizanja maksimalnog efekta.

Emisivnost je odnos emitovanog zračenja realnog tela u poredjenju sa zračenjem crnog tela, oba na istoj temperaturi i na istoj talasnoj dužini [5], [6].

Emisivnost tela varira u zavisnosti od vrste materijala od kojeg je telo izrađeno. Klasifikacija materijala se može svesti na dve kategorije: metale i nemetale. Većina nemetalnih materijala koji imaju praktičnu primenu imaju velike faktore emisije, preko 0,8. Metali, naročito ispolirani, imaju nizak faktor emisivnosti koji je najčešće manji od 0,2 [7].

Za svaki materijal emisivnost može da varira kao rezultat površinske strukture materijala. To stvara problem pri odredjivanju emisivnosti, jer se za isti materijal mogu dobiti različite vrednosti faktora emisivnosti.

Bilo koji objekat koji se posmatra direktno nasuprot površine emitovaće više zračenja nego kada se posmatra pri kosim uglovima. Emisivnost materijala zavisi i od talasne dužine u našem primeru pletena mreža (nemetall) sa aluminijumskom folijom može pokazivati povećanje emisivnosti sa povećanjem talasne dužine.

Poznato je da se svojstva materijala obično menjaju sa promenom temperature, što takođe važi kada je reč o emisivnosti. Kod nekih materijala javlja se značajna promena emisivnosti s promenom temperature, zato je prilikom praktičnog merenja potrebno znati hoće li temperatura biti u zadatim intervalima kako bismo emisivnost mogli smatrati konstantnom.

II. ODREDJIVANJE EMISIVNOSTI U PRAKTIČNOM MERENJU

U praksi se najčešće koristi najjednostavnija metoda za merenje emisivnosti (ϵ), a to je pomoću trake ili boje čiju emisivnost znamo [8].

Za termovizijsko praćenje toplotnih efekata tokom opitovanja korišćenja je merna termovizijska kamera FLIR SC 620 čije su karakteristike date u Tabeli 1 [9].

TABELA 1 KARAKTERISTIKETERMOVIZIJSKEKAMEREFLIRSC 620

Spektralni opseg	(7,5-13) μm
Tip detektora	nehladjeni mikro bolometar (FPA)
Termička osvetljenost (NETD)	65 mK na 30 °C
Automatsko prilagodjavanje slike	kontinualno/ručno
Temperaturni opseg	-40 °C do +120 °C 0 °C do +500 °C
Vidno polje	zavisno od sočiva: - f= 19 mm - f= 38 mm



Slika 1. Kamera FLIR SC 620

Temperaturni opseg IC kamere je podešen na $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $120\text{ }^{\circ}\text{C}$. Temperatura vazduha u prostoriji je oko $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Najpre treba izmeriti temperaturu površine posmatranog predmeta u ovom opitu izolir trake. Zatim u korisničkom interfejsu kamere ili računarskoj programskoj podršci podešavamo emisivnost tako da nam temperatura odgovara očitanoj temperaturi trake. Tačnost ove metode merenja zavisi od tačnosti poznate emisivnosti trake.

Ispitivanje je izvršeno na maskirnoj mreži sa aluminijumskom folijom koja se sastoji od tri boje zelene, braon i crne. U opitu je korišćeno laboratorijsko grejno telo GP-1300 koje je služilo za zagrevanje ispitivanog objekta slika 2.



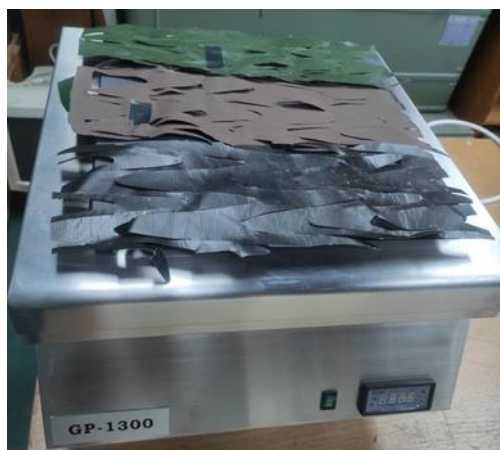
Slika 2. Laboratorijsko grejno telo GP-1300

Na slici 3 prikazana je maskirna mreža sa aluminijumskom folijom koja je korišćena kao objekat ispitivanja nepoznate emisivnosti. Višestruke refleksije između površina pletene mreže će povećavati apsorpciju i samim tim njenu emisivnost. Rupe, krivine, uglovi i slično na mreži će nam takodje pokazati veću emisivnost.



Slika 3. Maskirna mreža sa aluminijumskom folijom

Cilj ovog eksperimenta je da korišćenjem izolir trake poznate emisivnosti izmerimo njenu temperaturu. Zatim izmerimo temperaturu materijala na koju je zalepljena ova traka i senzor se podesi da pokazuje vrednost temperature koja je izmerena na traci. Na ovaj način ćemo odrediti emisivnost materijala tj. pletene mreže sa aluminijumskom folijom. Pri merenju IC kamera se nalazila na udaljenosti od 1m od maskirne mreže. Slika 3



Slika 4. Merna postavka (slikano fotoaparatom)

III. REZULTATI MERENJA I TUMAČENJE

Faktor emisivnosti obojene površine u našem eksperimentu izolir traka određen je pomoću tablice emisivnosti i iznosi $\epsilon=0,95$ [10], dok je faktor emisivnosti pletene mreže sa aluminijumskom folijom nepoznat i potrebno ga je odrediti.

Laboratorijsko grejno telo GP-1300 koje je korišćeno u eksperimentu zagrejano je do temperature $90\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Ova temperatura je odabrana iz razloga što se maskirna mreža teško zagreva na nižim temperaturama, pa je zato uzeta ova temperatura).

Na uzorku jedne boje maskirne mreže zalepićemo izolir traku poznate emisivnosti $\epsilon=0,95$, a onda pročitamo temperaturu T_1 koju pokazuje termovizijska kamera. Zatim, pomerimo traku, pa na tom istom mestu pročitamo novu temperaturu T_2 , koju sada spuštamo do temperature

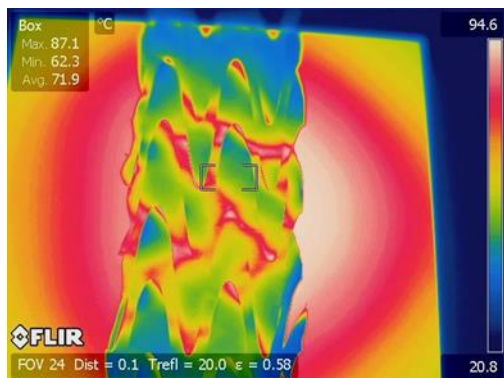
T_1 , što dovodi do promene emisivnosti materijala, na kameri. Prvobitna emisivnost koja je iznosila $0,95$ se menja na emisivnost $0,58$.

U toku opitovanja na laboratorijsko grejno telo GP-1300 je stavljen deo pletene mreže sa aluminijumskom folijom zelene boje. Količina toplote sa grejnog tela GP-1300 je predata ispitivanom materijalu tako da, je temperatura materijala je dosta niža, a emisivnost ispitivanog materijala iznosi $0,58$. Merenje emisivnosti na vise različitih temperatura grejnog tela je nepotrebno ispitivati, zato što temperature malo utiče na emisivnost materijala.



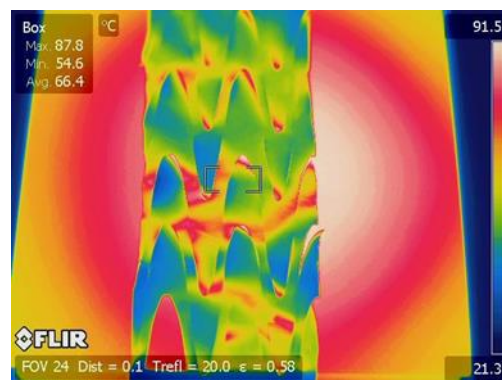
Slika 5. Prosečna temperatura označene površine zelenog dela pletene mreže i odgovarajući faktor emisivnosti

Zatim je na rešo stavljen deo pletene mreže sa aluminijumskom folijom braon boje, na koju je takodje zalepljeno parče izolir trake. Termovizijskom kamerom smo snimili IC scenu pod uglom od 90° , a onda izmerili prosečnu temperaturu označene površine i faktor emisivnosti. Slika 6



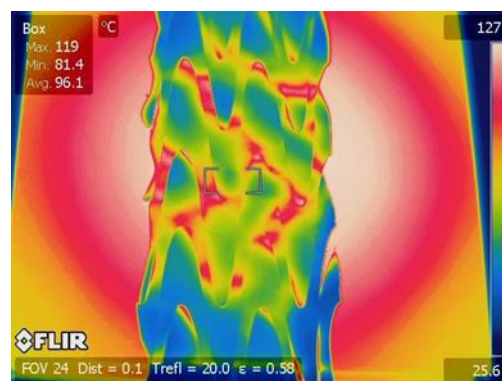
Slika 6. Prosečna temperatura označene površine braon dela pletene mreže i odgovarajući faktor emisivnosti

U završnom delu eksperimenta na laboratorijsko grejno telo GP-1300 je stavljen deo pletene mreže obojen crnom bojom i na koju je zalepljeno parče izolir trake. Termovizijskom kamerom je izmerena prosečna temperatura označene površine i odgovarajući faktor emisivnosti. Slika 7

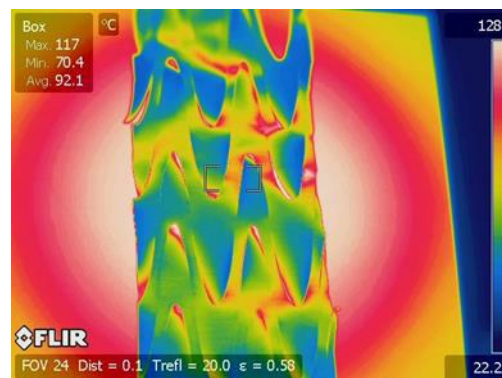


Slika 7. Prosečna temperatura označene površine crnog dela pletene mreže i odgovarajući faktor emisivnosti

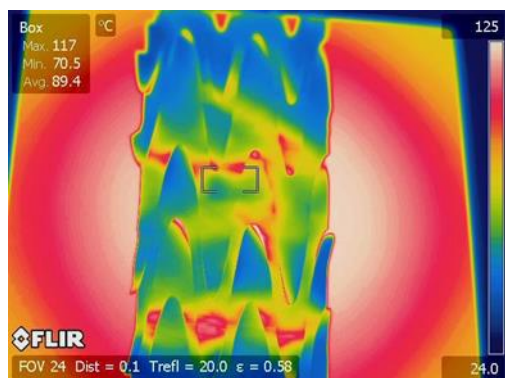
Emisivnost maskirne mreže sa aluminijumskom folijom ispitivali smo na temperaturi grejnog tela od 120°C . Na grejno telo smo stavili delove platnene mreže različitih boja (zelena, braon i crna). Termovizijskom kamerom je izmereno povećanje temperature delova mreže, ali pri tome nije došlo do promene emisivnosti mreže, tako da emisivnost ispitivanog materijala možemo smatrati konstantnom, što je i karakteristika dielektrika. Slika 8,9 i 10.



Slika 8. Prosečna temperatura označene površine zelenog dela pletene mreže i odgovarajući faktor emisivnosti



Slika 9. Prosečna temperatura označene površine braon dela pletene mreže i odgovarajući faktor emisivnosti



Slika 10. Prosečna temperatura označene površine crnog dela pletene mreže i odgovarajući faktor emisivnosti

Sa termovizijskih snimka može se zaključiti da je izmerena emisivnost materijala mreže $\epsilon = 0,58$. Maskirna mreža ima funkciju, odnosno to je njena uloga da umanjuje temperaturu od grejnog tela, pa je samim tim temperatura snimljena termovizijskom kamerom na tri različita materijala $69,5\text{ }^{\circ}\text{C}$; $66,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $65,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Boja posmatrane pletene mreže sa aluminijumskom folijom ne utiče na emisivnost materijala, dok su promene prosečnih temperatura označenih površina u blagom padu. Boja može uticati na apsorpciju vidljivog svetla.

IV. ZAKLJUČAK

Očigledno je da se pletena mreža sa aluminijumskom folijom ponaša kao dielektrik, jer po pravilu dielektrici imaju veću emisivnost od metala što olakšava otkrivanje objekata i merenje temperature na osnovu IC zračenja, za razliku od materijala sa niskom vrednošću emisivnosti, kao što su metali (emisivnost uglavnom manja od 0,5), jer je količina zračenja veća pri istoj temperaturi [7]. Usled toga što je pletena mreža sa tankom aluminijumskom folijom, to je jedan od razloga da ovaj materijal ima visoku emisivnost. Na visoku emisivnost utiče i velika hrapavost ove površine.

LITERATURA

- [1] VOJNOTEHNIČKI INSTITUT, PRIMENA TERMOVIZIJE U SRT, BEOGRAD, SRBIJA, 1982.
- [2] DR SLAVKO POKORNI, ANALIZA GREŠKE ODREĐIVANJA TEMPERATURE POVRŠI ČVRSTIH MATERIJALA IC KAMEROM, VOJNOTEHNIČKI GLASNIK 1/98, BEOGRAD, SRBIJA, STRANA 76.
- [3] SNOPKO, N.V., SPEKTRALNE METODI OPTIČESKOJ PIROMETRII NAGRETOJ POVERHNOSTI, NAUKA I TEHNIKA, MINSK, 1988.
- [4] CORGAN, J., REMOTE SENSING OFF SURFACE AND NEAR SURFACE TEMPERATURE FROM REMOTELY PILOTED AIR CRAFT, APPLIED OPTICS 24, 1985, 1972.
- [5] PETAR MATAVULJ, OPTOELEKTRONIKA, BEOGRAD, SRBIJA, 2007.
- [6] MEĐUNARODNI SISTEM JEDINICA (SI SISTEM), 1960.

- [7] DR SLAVKO POKORNI, MOGUĆNOSTI OGRANIČENJA PREDIKCIJE EMISIVNOSTI MATERIJALA, VOJNOTEHNIČKI GLASNIK 3/97, STRANA 314.
- [8] MATEO GAVRAN, PROGRAMSKA PODRŠKA ZA INFRACRVENU TERMOGRAFIJU, OSJEK, HTVATSKA, 2021, STRANA 12.
- [9] TEHNIČKO UPUTSTVO ZA KAMERU FLIR SC620.
- [10] INFRARED TRAINING CENTER SERBIA, DAMIBA TRADE, KURS INFRACRVE NE TERMOGRAFIJE, NIVO I, TEHNIČKI PRIRUČNIK ITC.

ABSTRACT

Knowing the emissivity of the material is important both from the point of view of temperature measurement and from the point of view of observing and detecting the object. Emissivity data for special materials used in military technology cannot be found in the available literature. It is known that the emissivity of materials depends on temperature, wavelength, radiation angle and surface structure (roughness, oxidation, coatings), material and geometry. Determination of the emissivity of materials with an IR camera is performed in order to demonstrate the existence of significant differences in the characteristics of conductive and insulating materials (dielectrics) and their application for military purposes.

Determining the emissivity of masking netting with aluminum foil using an IR camera

Milena Jovanović, Marina Tripković