

Kvantitativne metode izbora materijala električnih uređaja

Nikola Vučetić
Mašinski fakultet
Univerzitet u Istočnom Sarajevu
Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina
vuceticnikola@yahoo.com

Dragan Adamović, Gordana Jovičić
Fakultet inženjerskih nauka
Univerzitet u Kragujevcu
Kragujevac, Srbija
adam@kg.ac.rs, gjovicic.kg.ac.rs@gmail.com

Sažetak—U radu je prikazan postupak izbora optimalnog materijala sastavnih elemenata električne pegle: kućišta, grijača i grijuće ploče, a pomenuti postupak se može primijeniti i za ostale slične električne uređaje. Predstavljene su dvije kvantitativne metode za izbor materijala: metoda uticajnosti karakteristika (digitalno-logička metoda) i metoda najmanjih odstupanja karakteristika od traženih (algebarski pristup). Definirani su osnovni kriterijumi, odnosno zahtjevi koje potencijalni materijali moraju da ispune, te je, na osnovu pomenutih metoda i software-a Cambridge Engineering Selection (CES) izvršen pravilan izbor materijala.

Ključne riječi—izbor materijala; električna pegla; kvantitativne metode; CES;

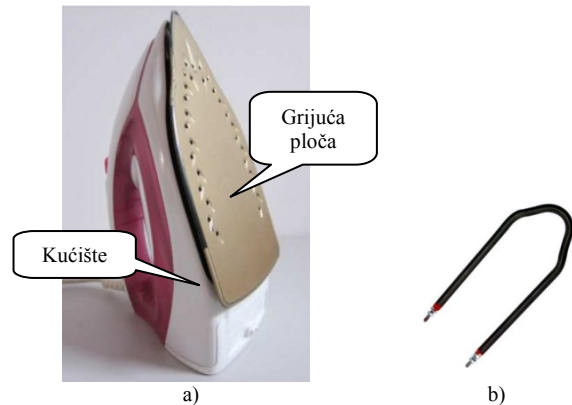
I. UVOD

Izbor materijala prisutan je u svakom dijelu procesa konstruisanja i direktno utiče na životni vijek proizvoda [1]. Na osnovu ličnog iskustva, razvijenih metoda za izbor odgovarajućeg materijala, te na osnovu software-ske podrške, moguće je donijeti pravilnu odluku o materijalu koji će biti korišćen [2]. Danas se procjenjuje da se raspolaze sa više od 70000 vrsta tehničkih materijala [3], među kojima je više od 40000 legura na bazi metala [4]. Metode izbora materijala, s ciljem da izbor materijala bude što objektivniji, su prikazane u radu [5]. Primjena kvantitativnih metoda kod izbora materijala [6] daje pregled i mogućnost primjene kvantitativnih metoda kod izbora materijala za nove i za postojeće proizvode. Stanje razvoja elektronskih baza podataka i pridruženi im ekspertni sistemi za izbor materijala predstavljaju područje istraživanja prezentovanog u radu [7]. U ovome radu su prikazane dvije kvantitativne metode za izbor materijala: metoda uticajnosti karakteristika i metoda najmanjih odstupanja karakteristika od traženih. Na osnovu izračunatih faktora važnosti, pokazatelja vrednovanja i radne karakteristike, te na osnovu vrijednosti funkcije cilja, izvršen je izbor optimalnih materijala za tri sastavna elementa električne pegle: kućište, grijač i grijuću ploču.

II. KONSTRUKCIJA ELEKTRIČNE PEGLE I KRITERIJUMI ZA IZBOR MATERIJALA

Preteča savremene električne i parne pegle bili su zagrijan metal za peglanje [8], kamenje, staklo i drvene prese, sve do

pojave metalnih pegli, te pegli na uglj. Električne pegle služe za peglanje veša i predmeta napravljenih od tkanine [9]. Iako su u prošlosti bile većinom napravljene od metala, danas su uglavnom plastične, osim provodnih dijelova, grijača i grijuće ploče [9]. Antičke pegle su imale više od 15 kilograma, dok je današnja prosječna masa pegle oko 1-1,2 kg. Osnovni elementi električne pegle, za koje će se izvršiti izbor materijala u okviru ovoga rada su prikazani na Sl. 1.



Slika 1. Osnovni elementi električne pegle: a) kućište i grijuća ploča b) grijač [10]

Kućište električne pegle ima funkciju da u sebi objedinjuje elemente električne pegle i da ih veže u jednu cjelinu. Na kućište pegle je vezana i grijuća ploča, unutar koje se nalazi grijač električne pegle. U tabeli I prikazani su neki od kriterijuma koje bi trebalo zadovoljiti u toku izbora materijala kućišta električne pegle. Mogući materijali za izradu kućišta električne pegle, koji će u toku izbora optimalnog materijala biti razmatrani, su: polimer ojačan staklenim vlaknima (Polyester Glass Composites - GFRP), polikarbonat (Polycarbonate), poliester (Polyester), SMC (Sheet Molding Compound), DMC (Dough Molding Compound), poliamid (Polyamide) i sl.

Grijač električne pegle služi za grijanje, odnosno zagrijavanje grijuće ploče u toku peglanja. Na svoja dva kraja je povezan na napon električne mreže sa koje dobija napajanje. Temperatura grijača se podešava pomoću termometra.

Osnovni zadatak grijača je, dakle, da pretvori električnu energiju u toplotnu. Temperatura zagrijavanja električnog grijača se kreće u intervalu 60-220 °C. U tabeli I prikazani su neki od kriterijuma koje bi trebalo zadovoljiti u toku izbora materijala grijača električne pegle. Mogući materijali za izradu grijača električne pegle, koji će u toku izbora optimalnog materijala biti razmatrani, su: Ni-Cr legura (Nickel-Chromium Alloy), Ti legura (Titanium Beta Alloy), Ni-Mo legura (Nickel-Molybdenum Alloy), Ni-Cr-Co-Mo legura (Nickel-Chromium-Cobalt-Moly Alloy), Ni-Cr-Fe legura (Nickel-Chromium-Iron Resistance Alloy), Ni-W legura (Nickel-Tungsten Alloy) i sl.

Grijuća ploča električne pegle služi za ravnanje, odnosno peganje odjeće. Vezana je na dno kućišta pegle. Zagrijava se pomoću električnog grijača. Može da bude različitog oblika, te da na sebi ima otvore, odnosno kanale za prolazak vode, tj. vodene pare. U tabeli I prikazani su neki od kriterijuma koje bi trebalo zadovoljiti u toku izbora materijala grijuće ploče električne pegle. Mogući materijali za izradu grijuće ploče električne pegle, koji će u toku izbora optimalnog materijala biti razmatrani, su: keramičko staklo (Glass ceramic), glinica (Alumina), Al legure, nerđajući čelik (Stainless steel), teflon (Polytetrafluorethylene) i sl.

TABELA I. KRITERIJUMI ZA MATERIJAL KUĆIŠTA, GRIJAČA I GRIJUĆE PLOČE

Kućište	Grijač	Grijuća ploča
Mala gustina	Visoka specifična toplotna otpornost	Dobra toplotna provodljivost
Niska toplotna provodljivost	Niska električna otpornost (odlična električna provodljivost)	Gustina
Niska električna provodljivost	Obezbeđivanje visoke temperature	Otpornost na koroziju
Mogućnost oblikovanja	Otpornost na oksidaciju	Otpornost na habanje
Lomna žilavost	Otpornost na samozapaljivanje	Topljivost
Tvrdoća	Obradivost	Obradivost
Cijena	Cijena	Reciklabilnost
Mala gustina	Visoka specifična toplotna otpornost	Cijena

III. KVANTITATIVNE METODE ZA IZBOR MATERIJALA ELEKTRIČNE PEGLE

A. Metoda uticajnosti karakteristika (digitalno-logička metoda)-kućište električne pegle

U slučajevima kada treba ocijeniti veći broj karakteristika, povoljno je za primijeniti metodu uticajnosti karakteristika, jer ranije opisana metoda za takve situacije nije prikladna. Razmatraju se karakteristike koje su nam bitne za posmatrani slučaj, množi se njihova brojevana vrijednost s odgovarajućim faktorom važnosti (B_i) da bi se na taj način odredila relativna važnost svake pojedine karakteristike u odnosu na neku drugu. Zbrajanjem tako vrednovanih karakteristika dobija se

pokazatelj radne karakteristike (V_r) koji kasnije služi kao veličina za poređenje.

Materijal s najvećim pokazateljom radne karakteristike smatra se optimalnim za definisane uslove. Međutim, zbog relativno velikog broja karakteristika s različitim mjernim jedinicama, uvodi se pojam skalirane vrijednosti karakteristika koji omogućava pretvaranje dimenzijskih u bezdimenzijske vrijednosti.

Zbog toga, posmatrane karakteristike se rangiraju tako da najbolja vrijednost dobija ocjenu 100, a ostale se rangiraju proporcionalno toj vrijednosti. Ta najbolja vrijednost može biti minimalna ili maksimalna vrijednost u listi, već prema tome kako je usmjeren zahtjev koji je vezan uz dotičnu karakteristiku. Npr, kod troškova, uticaja korozije, povećanja mase zbog oksidacije i sl, ta bi vrijednost trebala biti minimalna, dok se kod čvrstoće i žilavosti, u većini slučajeva, teži maksimalnoj vrijednosti [2]. U oba slučaja, poželjnim (najboljim) vrijednostima karakteristika pridružuje se vrijednost 100, a ostale vrijednosti karakteristika se rangiraju u odnosu na tu najbolju. U slučaju kada je najniža vrijednost karakteristike najbolja, tj. 100, izraz za skaliranu vrijednost glasi [2]:

$$S_v = \frac{\text{minimum vrijednosti u listi}}{\text{brojevana vrijednost karakteristike}} \cdot 100 \quad (1)$$

dok u slučajevima kad se od karakteristike traži maksimum vrijednosti izraz glasi [2]:

$$S_v = \frac{\text{brojevana vrijednost karakteristike}}{\text{maksimum vrijednosti u listi}} \cdot 100 \quad (2)$$

U ovom slučaju razmatraće se sedam karakteristika materijala: gustina, toplotna provodljivost, električna provodljivost, topljivost, lomna žilavost, tvrdoća i cijena. Koristeći digitalno-logičku metodu [2], uz $n=7$ (broj zadatih karakteristika), ukupan broj pitanja iznosi $n(n-1)/2=21$, tabela II.

TABELA II. DIGITALNO-LOGIČKA METODA NA PRIMJERU KUĆIŠTA ELEKTRIČNE PEGLE

Karakter.	Poz. odluke	Faktor važnosti
r	4	0,19 (4/21)
1	2	0,1
Električna provodlj.	2	0,1
Oblikovanje	2	0,1
Iz	4	0,19
HV	1	0,05
Cijena	6	0,27
Ukupno	21	1,00

Faktor važnosti jednak je odnosu pozitivnih odluka i ukupnog broja pitanja [2].

Na osnovu karakteristika predizabranih materijala za kućište električne pegle vrši se skaliranje vrijednosti karakteristika [2] i izračunava se pokazatelj radne karakteristike [2], tabela III.

TABELA III. SKALIRANE VRIJEDNOSTI KARAKTERISTIKA I POKAZATELJ RADNE KARAKTERISTIKE

Materijal	V _r
Polimer ojačan staklenim vlaknima (GFRP)	63,29
Polikarbonat	83,07
Poliester	70,86
SMC	70,78
DMC	66,8
Poliamid	83,53

Pokazatelj radne karakteristike služi za izračunavanje pokazatelja vrednovanja M koji je osnovna veličina za rangiranje materijala. Pokazatelj radne karakteristike izračunava se izrazom [2]:

$$V_r = \sum_{i=1}^n B_i \cdot S_v \rightarrow \max . \quad (3)$$

Utvrdjivanje faktora važnosti za karakteristike često je određeno iskustvom i ponekad iziskuje intuiciju, pa se zato primjenjuje sistemski pristup i to digitalno-logičkom metodom, koja će biti objašnjena kasnije. Pokazatelj vrednovanja M za posmatrani materijal definiše se u obliku [2]:

$$M = \frac{V_r}{C \cdot \rho} \rightarrow \max \quad (4)$$

gdje su: C - ukupna cijena materijala po jedinici mase;
ρ - gustina materijala;

Dakle, bez uzimanja u obzir cijene jedinice karakteristika, najviše vrijednosti radnih karakteristika imaju poliamid i polikarbonat. Iza njih slijedi poliester, SMC, te DMC i GFRP. Izračuna li se pokazatelj vrednovanja M za razmatrane materijale, dobija se sljedeći poredak materijala za izradu kućišta električne pegle (tabela IV).

TABELA IV. POREDAK MATERIJALA ZA IZRADU KUĆIŠTA ELEKTRIČNE PEGLE PREMA POKAZATELJU VREDNOVANJA

Materijal	M
Poliamid	0,0122
Polikarbonat	0,0121
Poliester	0,0093
DMC	0,0049
SMC	0,0045
Polimer ojačan staklenim vlaknima (GFRP)	0,0011

Na osnovu pokazatelja vrednovanja i prethodne tabele, možemo zaključiti da je poredak prva dva materijala ostao isti, odnosno, kao optimalan materijal za izradu kućišta električne pegle bira se poliamid (Polyamides), kao materijal sa najvišim vrijednostima, ujedno, i pokazatelja radne karakteristike i pokazatelja vrednovanja. To je materijal koji spada u grupu termoplastičnih polimera. Lako se oblikuju i podvrgavaju termičkom tretmanu. Odlikuju se izuzetno malom masom, uz zavidne karakteristike žilavosti, čvrstoće i tvrdoće. Zbog izuzetno niske cijene i navedenih karakteristika, poliamidi nalaze primjenu u mnogim aplikacijama, od kojih je jedna, upravo, i razmatrano kućište električne pegle.

B. Metoda uticajnosti karakteristika (digitalno-logička metoda)-grijač električne pegle

U ovom slučaju razmatraće se šest karakteristika materijala: električna otpornost, toplotna provodljivost, električna provodljivost, maksimalna temperatura zagrijavanja, obradivost i cijena. Koristeći digitalno-logičku metodu, uz n=7 (broj zadatih karakteristika), ukupan broj pitanja iznosi n(n-1)/2=15, tabela V.

TABELA V. DIGITALNO-LOGIČKA METODA NA PRIMJERU GRIJAČA ELEKTRIČNE PEGLE

Karakter.	Poz. odluke	Faktor važnosti
τ _e	4	0,26 (4/15)
l	1	0,07
Električna provodlj.	1	0,07
Maksimalna temp.	1	0,07
Obradivost	4	0,26
Cijena	4	0,26
Ukupno	15	1,00

Na osnovu karakteristika predizabranih materijala za grijač električne pegle vrši se skaliranje vrijednosti karakteristika i izračunava se pokazatelj radne karakteristike, tabela VI.

TABELA VI. SKALIRANE VRIJEDNOSTI KARAKTERISTIKA I POKAZATELJ RADNE KARAKTERISTIKE

Materijal	V _r
Ni-Cr (NIMONIC 81)	89,14
Ti legura (Ti-10V-2Fe-3Al)	66,47
Ni-Mo (Hastelloy W)	79,65
Ni-Cr-Co-Mo (Inconel 617)	82,8
Ni-Cr-Fe (Nichrome)	96,97
Ni-W (MAR-M200)	84,2

Dakle, bez uzimanja u obzir cijene jedinice karakteristika, odnosno pokazatelja vrednovanja, najviše vrijednosti radnih

karakteristika imaju Ni-Cr-Fe (Nichrome), Ni-Cr (NIMONIC81), zatim slijede Ni-W (MAR-M200), Ni-Cr-Co-Mo (Inconel 617), te, na kraju, Ni-Mo (Hastelloy W) i Ti legura (Ti-10V-2Fe-3Al). Izračuna li se pokazatelj vrednovanja M za razmatrane materijale, dobija se sljedeći poredak materijala za izradu kućišta električne pegle (tabela VII).

TABELA VII. POREDAK MATERIJALA ZA IZRADU GRIJAČA ELEKTRIČNE PEGLE PREMA POKAZATELJU VREDNOVANJA

Materijal	M
Ni-Cr-Fe (Nichrome)	0,00029
Ni-Cr (NIMONIC 81)	0,00022
Ti legura (Ti-10V-2Fe-3Al)	0,00017
Ni-W (MAR-M200)	0,00016
Ni-Cr-Co-Mo (Inconel 617)	0,00014
Ni-Mo (Hastelloy W)	0,00012

Na osnovu pokazatelja vrednovanja i prethodne tabele, možemo zaključiti da je poredak prva dva materijala ostao isti, odnosno, kao optimalan materijal za izradu grijača električne pegle bira se ili Ni-Cr-Fe (Nichrome), kao materijal sa najvišim vrijednostima, ujedno, i pokazatelja radne karakteristike i pokazatelja vrednovanja ili Ni-Cr (NIMONIC 81), koji se nalazi odmah do njega sa gotovo identičnom vrijednošću pokazatelja vrednovanja. Ni-Cr-Fe (Nichrome) je legura na osnovi nikla, koja u sebi sadrži elemente kao što su hrom, željezo, mangan, ugljenik, silicijum i sumpor. Veoma je dobar električni provodnik, te se odlikuje izuzetno visokom temperaturom koju može da postigne, odnosno da izdrži, bez promjene mehaničkih i hemijskih karakteristika u toku rada. Veoma je povoljan po pitanju obradivosti (izvlačenje, savijanje i sl), a cijena mu je više nego prihvatljiva, što ga, upravo, čini i glavnim kandidatom u izboru materijala grijača električne pegle. Ni-Cr legura (NIMONIC 81) je, takođe, dobar kandidat za materijal grijača električne pegle, ali se nalazi na drugom mjestu, prvenstveno, zbog svoje cijene koja je nešto viša u odnosu na cijenu Nichrome-a.

C. Metoda uticajnosti karakteristika (digitalno-logička metoda)-grijuća ploča električne pegle

U ovom slučaju razmatraće se pet karakteristika materijala: toplotna provodljivost, maksimalna temperatura zagrijavanja, gustina, tvrdoća i cijena. Koristeći digitalno-logičku metodu, uz $n=5$ (broj zadatih karakteristika), ukupan broj pitanja iznosi $n(n-1)/2=10$, tabela VIII.

TABELA VIII. DIGITALNO-LOGIČKA METODA NA PRIMJERU GRIJUĆE PLOČE ELEKTRIČNE PEGLE

Karakter.	Poz. odluke	Faktor važnosti
r	2	0,2 (4/10)
l	3	0,3
Maksimalna temp.	2	0,2
HV	1	0,1
Cijena	2	0,2
Ukupno	10	1,00

Na osnovu karakteristika predizabranih materijala za grijuću ploču električne pegle vrši se skaliranje vrijednosti karakteristika i izračunava se pokazatelja radne karakteristike, tabela IX.

TABELA IX. SKALIRANE VRIJEDNOSTI KARAKTERISTIKA I POKAZATELJ RADNE KARAKTERISTIKE

Materijal	V _r
Keramičko staklo (Glass ceramic MCR)	38,6
Glinica (Alumina)	49,7
Al legura (Aluminium alloys)	69,7
Nerđajući čelik (Stainless steel)	29,5
Teflon (Polytetrafluorethylene)	27,4
Ni legura (Nickel alloys)	40,9

Dakle, bez uzimanja u obzir cijene jedinice karakteristika, odnosno pokazatelja vrednovanja, najviše vrijednosti radnih karakteristika imaju Al legura, glinica i Ni legura. Iza njih slijede keramičko staklo, nerđajući čelik i teflon. Izračuna li se pokazatelj vrednovanja M za razmatrane materijale, dobija se sljedeći poredak materijala za izradu kućišta električne pegle (tabela X).

TABELA X. POREDAK MATERIJALA ZA IZRADU GRIJUĆE PLOČE ELEKTRIČNE PEGLE PREMA POKAZATELJU VREDNOVANJA

Materijal	M
Al legura (Aluminium alloys)	0,0072
Keramičko staklo (Glass ceramic MCR)	0,0008
Teflon (Polytetrafluorethylene)	0,0005
Glinica (Alumina)	0,0004
Nerđajući čelik (Stainless steel)	0,0003
Ni legura (Nickel alloys)	0,0001

Na osnovu izračunatog pokazatelja vrednovanja možemo da utvrdimo da je poredak optimalnih materijala za izradu grijuće ploče električne pegle izmijenjen. Na prvom mjestu je ostala i dalje Al legura, iza koje slijedi keramičko staklo. Al legura (sa

dodacima Mg, Mn, Cr, Cu, Zn, Zr, Li i sl.) se odlikuje malom masom, izuzetno niskom i prihvatljivom cijenom, odličnom toplotnom provodljivošću, te prihvatljivom maksimalnom temperaturom koju može da izdrži u toku rada i tvrdoćom, što je čini glavnim kandidatom za materijal grijuće ploče električne pegle. Iza Al legure slijedi keramičko staklo sa, takođe, odličnim posmatranim karakteristikama, s tim što mu je nedostatak niži koeficijent provođenja toplote i nešto viša cijena u odnosu na Al leguru, ali se, ipak, često koristi pri izradi grijuće ploče električne pegle.

D. Metoda najmanjih odstupanja karakteristika od traženih (algebarski pristup)-kućište električne pegle

Materijali se upoređuju na osnovu apsolutne vrijednosti sume odstupanja karakteristika od traženih (zahtjevanih). Vrijednosti zahtjevanih karakteristika materijala su očitane iz software-a Cambridge Engineering Selection. Traži se minimalna vrijednost izraza [2]:

$$F_j = \sum_{i=1}^n B_i \left| \frac{x_i}{y_i} - 1 \right| \quad (5)$$

gdje je: F_j - funkcija cilja;

- x_i - vrijednost karakteristike materijala;
- y_i - vrijednost zahtjevane karakteristike;
- n - broj karakteristika;
- j - broj materijala;
- B_i - faktor važnosti za svaki zahtjev.

U tabeli II su izračunati faktori važnosti za karakteristike potencijalnih materijala za izradu kućišta električne pegle. Na osnovu karakteristika predizabranih materijala, te na osnovu zahtjevanih karakteristika, određuju se funkcije cilja za svih šest materijala:

$$F_1 = B_1 \left| \frac{x_1}{y_1} - 1 \right| + B_2 \left| \frac{x_2}{y_2} - 1 \right| + B_3 \left| \frac{x_3}{y_3} - 1 \right| + B_4 \left| \frac{x_4}{y_4} - 1 \right| + B_5 \left| \frac{x_5}{y_5} - 1 \right| + B_6 \left| \frac{x_6}{y_6} - 1 \right| + B_7 \left| \frac{x_7}{y_7} - 1 \right| = 0,133$$

$$F_2 = 0,093, F_3 = 0,107, F_4 = 0,144, F_5 = 0,143, F_6 = 0,087.$$

Na osnovu izračunatih funkcija cilja možemo da uvidimo da minimalnu vrijednost ima funkcija cilja broj 6, odnosno funkcija cilja koja se odnosi na materijal poliamid (Polyamides), što ga čini glavnim kandidatom pri izboru materijala za kućište električne pegle.

E. Metoda najmanjih odstupanja karakteristika od traženih (algebarski pristup)-grijač električne pegle

U tabeli V su izračunati faktori važnosti za karakteristike potencijalnih materijala za izradu grijača električne pegle. Na osnovu karakteristika predizabranih materijala, te na osnovu zahtjevanih karakteristika, određuju se funkcije cilja za svih šest materijala:

$$F_1 = 0,0665, F_2 = 0,0855, F_3 = 0,1117, F_4 = 0,0713, \\ F_5 = 0,717, F_6 = 0,1151.$$

Na osnovu izračunatih funkcija cilja možemo da uvidimo da minimalnu vrijednost ima funkcija cilja broj 1, odnosno funkcija cilja koja se odnosi na materijal Ni-Cr (NIMONIC 81), što ga čini glavnim kandidatom pri izboru materijala za grijač električne pegle.

F. Metoda najmanjih odstupanja karakteristika od traženih (algebarski pristup)-grijuća ploča električne pegle

U tabeli VIII su izračunati faktori važnosti za karakteristike potencijalnih materijala za izradu grijuće ploče električne pegle. Na osnovu karakteristika predizabranih materijala, te na osnovu zahtjevanih karakteristika, određuju se funkcije cilja za svih šest materijala:

$$F_1 = 0,095, F_2 = 0,125, F_3 = 0,173, F_4 = 0,130, F_5 = 0,035, \\ F_6 = 0,086.$$

Na osnovu izračunatih funkcija cilja možemo da uvidimo da minimalnu vrijednost ima funkcija cilja broj 5, odnosno funkcija cilja koja se odnosi na materijal teflon (Polytetrafluorethylene), što ga čini glavnim kandidatom pri izboru materijala za grijuću ploču električne pegle. Polytetrafluorethylene (PTFE) je materijal visoko otporan na starenje, uticaje okoline, te oksidaciju. Odlična termička stabilnost na velikom rasponu radnih temperatura je još jedna direktna posljedica strukture PTFE-a. Testovi zapaljivosti (gorivosti) pokazuju da je PTFE najmanje zapaljiv (goriv) među plastičnim materijalima [10]. PTFE ima veoma nizak koeficijent trenja, najniži među čvrstim materijalima, posebno pri malim površinskim brzinama, što znači da su i statički i dinamički koeficijent gotovo jednaki, te zbog toga ima izuzetnu sposobnost klizanja po svim materijalima [10]. Druga osobina koja je posljedica hemijske strukture PTFE-a je njegova niska površinska energija. Zbog ovoga, PTFE teško upija vlagu i veoma malo materijala će se zalepiti za njega. Činjenica je da je PTFE najbolji nelepljivi materijal i zbog ovoga, ima široku primenu u kulinarstvu i industriji [10].

IV. ZAKLJUČAK

Kako se u savremenom svijetu sve više pažnje usmjerava na postupke izbora materijala od koga će biti izrađen određeni dio, stoga je velika obaveza inženjera da pravilno odluče koji je materijal, od niza mogućih, optimalan za upotrebu. Osnovni zadatak u ovome radu je bio izabrati potencijalni materijal za izradu razmatranih elemenata električne pegle: kućišta, grijača i grijuće ploče. Korišćene su dvije metode izbora materijala: metoda uticajnosti karakteristika (digitalno-logička metoda) i metoda najmanjih odstupanja karakteristika od traženih (algebarski pristup). Prema prvoj metodi, kao optimalni materijal za izradu kućišta električne pegle izabran je poliamid, kao materijal sa najvišim vrijednostima, ujedno, i pokazatelja radne karakteristike i pokazatelja vrednovanja. Na osnovu pokazatelja radne karakteristike i pokazatelja

vrednovanja, za materijal grijača električne pegle je odabran Ni-Cr-Fe (Nichrome) ili pak Ni-Cr (NIMONIC 81), koji se nalazi odmah do njega sa gotovo identičnom vrijednošću pokazatelja vrednovanja. Sa najvišom vrijednošću pokazatelja vrednovanja Al legura je bila dominantna pri izboru materijala grijuće ploče električne pegle. Prema metodi najmanjih odstupanja karakteristika od traženih, za materijal kućišta izabran je, kao u prethodnoj metodi, poliamid. Minimalnu vrijednost funkcije cilja je imao materijal Ni-Cr (NIMONIC 81), što ga je činilo glavnim kandidatom pri izboru materijala za grijač električne pegle, dok je za izradu grijuće ploče električne pegle odabran teflon. Dalje istraživanje bi moglo biti u smjeru razmatranja i ostalih sastavnih elemenata električne pegle, odnosno upotrebe i neke od preostalih kvantitativnih metoda za izbor optimalnog materijala.

LITERATURA

- [1] Đurić, A, Marković, B, Vučetić, N, Pelkić, S. (2015). *Calculation of factors LBKz and its significance for the development of light weight construction*, The 3rd International Conference "Mechanical Engineering in XXI Century", Niš 17-18. Septembar 2015.
- [2] Filetin, T. (2006). *Izbor materijala pri razvoju proizvoda*, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb
- [3] Ashby, M. F. (2001). *Materials Selection in Mechanical Design*, Butterworth-Heinemann, Oxford
- [4] Farag, M. M. (2006). *Materials and Mechanical Design*, The American University in Cairo, Egypt
- [5] Filetin, T. *Metode izbora materijala*, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, Zavod za materijale

- [6] Golubić, S, Čikić, A, Hršak, B. (2012). *Primjena kvantitativnih metoda kod izbora materijala*, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Tehnički glasnik 6, pp. 1-6
- [7] Hajro, I, Hodžić, D. (2004). *Elektronske baze podataka i ekspertni sistemi za izbor materijala*, Mašinski fakultet Sarajevo, pp. 17-32
- [8] *** < <http://www.enterijer.ba/korisno/ako-niste-znali/544-od-kamenedo-elektirne-pegle> >, 10.08.2015.
- [9] *** <<http://annt.gov.ba/nadzor/plan/default.aspx?id=3338&langTag=bs-BA>>, 11.08.2015.
- [10] *** < <http://www.dineflon.com/o-ptfe-svojtva.html> >, 15.08.2015.

ABSTRACT

The paper describes the process of selecting the optimal materials of the constituent elements of electric irons: housing, heaters and warming plates, so this method can be applied to other similar electrical appliances. Two quantitative methods for the selection of materials are presented: method of influence characteristics (digital-logic method) and the method of minimum deviation of actual properties compared to required (algebraic approach). Basic criteria or requirements that potential materials must meet are defined and, based on these methods and software Cambridge Engineering Selection (CES), a proper selection of material is conducted.

MATERIAL SELECTION OF ELECTRICAL DEVICES USING QUANTITATIVE METHODS

Nikola Vučetić, Dragan Adamović, Gordana Jovičić