

<https://doi.org/10.24867/JPE-1993-10-001>

PRETHODNO SAOPŠTENJE

Brestovački L.; Sabo B.; Dakić J.

PREDLOG MODELA KLASIFIKACIJE ELEKTRODA ZA TAČKASTO ZAVARIVANJE  
ELEKTRIČNIM OTPOROM

A PROPOSITION FOR A CLASIFICATION MODEL OF ELECTRODES FOR  
RESISTANCE SPOT WELDING

S U M M A R Y

A klassification model of electrodes for resistance spot welding takes in account all the informations about electrodes required for a complete definition : the material , the way of producing , the form of electrode part for to positioning and to clamping , the forms of electrode top , the forms of electrode contur , the cooling system of electrode top , the form of cross sections of electrode , the maximal dimension of electrode face shapes and the dimensions of cross section of electrode.

This paper is based : on existing national standards , German (DIN) and Jugoslav (JUS) ; on the recommendations in the rest of the technical literature ; and on experience.

A proposed model of klasifika tion could be applied during design phase as well as during the execution of resistance spot welding.

---

Dipl.ing. Lazar Brestovački, asistent; Dr Bela Sabo, docent;  
Mr Jovica Dakić, asistent; Fakultet tehničkih nauka, Institut za  
proizvodno mašinstvo, Novi Sad, V. Perića-Valtera 2.

R E Z I M E

*Model klasifikacije elektroda za tačkasto zavarivanje električnim otporom obuhvata informacije o elektrodi potrebne za njeno jednoznačno definisanje. Predloženi model klasifikacije se može primeniti u postupku projektovanja i izvođenja tehnološkog postupka tačkastog zavarivanja električnim otporom.*

1. 0. UVOD

Tačkasto zavarivanje električnim otporom predstavlja najrasprostranjeniji postupak zavarivanja električnim otporom i primenjuje se za zavarivanje limova, žice i profila, a karakteriše ga visoka produktivnost u odnosu na druge postupke zavarivanja.

Proizvodnja visoko automatizovane opreme za zavarivanje električnim otporom po principu modularne gradnje je trend u ovoj industrijskoj oblasti, pri čemu opremu karakterišu visoka produktivnost i fleksibilnost. Povećanje fleksibilnosti, bez smanjenja projektovanog nivoa produktivnosti, u realnim proizvodnim uslovima, postiže se zamenama elektroda za tačkasto zavarivanje električnim otporom u zavisnosti od uslova koje postavlja proizvodni program svojom strukturom, količinama, materijalima itd. Ovakva orijentacija predpostavlja postojanje većeg broja elektroda. Optimalizacija broja elektroda koje se primenjuju u proizvodnom procesu zahteva postojanje preciznog modela njihove klasifikacije.

Model klasifikacije koji je u ovom radu prezentiran zadovoljava zahtev jednoznačnosti i omogućava grupisanje određenih tipova po više različitih kriterijuma, a predstavlja pogodnu podlogu za razvoj programskog paketa za klasifikaciju elektroda za tačkasto zavarivanje električnim otporom.

2. 0. PRISTUP KLASIFIKACIJI ELEKTRODA ZA TAČKASTO ZAVARIVANJE  
ELEKTRICNIM OTPOROM

Klasifikacijom tačno određenog objekta se mora dati informacija o području iz koga je objekat koji se klasifikuje i njegova vrsta, a zatim jednoznačno odrediti pripadnost tipu.

U slučaju elektroda to se odnosi na informacije o postup-

konkretnom tipu.

Model klasifikacije elektroda u području određivanja pripadnosti konkretnom tipu traži postojanje informacija o:

- materijalu elektrode
- načinu izrade
- obliku dela elektrode za pozicioniranje i stezanje
- obliku vrha elektrode
- obliku konture elektrode
- načinu hladenja vrha elektrode
- obliku poprečnog preseka elektrode
- dimenzijama otiska vrha elektrode
- dimenzijama poprečnog preseka elektrode.

Model klasifikacije elektroda treba da obezbedi:

- lako i brzo određivanje klasifikacione oznake
- laku manipulaciju informacijama
- određivanje područja kompatibilnosti pojedinih tipova
- maksimalnu fleksibilnost sa što manjim brojem različitih tipova
- olakšanu komunikaciju konstrukcione i tehnološke komponente proizvodnog sistema.

### 3. 0. KLASIFIKACIJA ELEKTRODA ZA TAČKASTO ZAVARIVANJE ELEKTRIČNIM OTPOROM

Koristeći navedeni pristup klasifikaciji elektroda formirana je njihova klasifikaciona oznaka tipa prema tabeli 1.

Tabela 1.

OZNAKA	TEO	E	X.	X.	X.	X.	X.	X.	X.	X.	XX.	XXXXX.	
DEO OZNAKE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI	XII

a značenje pojedinih delova oznake je navedeno.

I POSTUPAK ZAVARIVANJA: TEO - tačkasto zavarivanje električnim otporom.

II VRSTA OBJEKTA: E - elektroda.

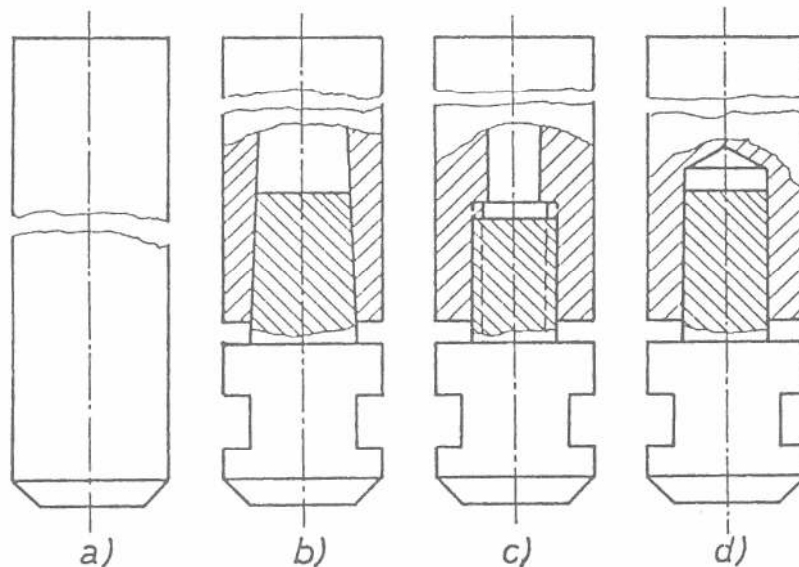
III MATERIJAL ELEKTRODE:

- 0 - bakar
- 1 - CuCd niskolegirani bakar
- 2 - CuCr niskolegirani bakar
- 3 - CuCrZr-niskolegirani bakar

- 5 - CuNiBe-niskolegirani bakar
- 6 - teško topivi metal
- 7 - vrh elektrode od teško topivog metala a telo od niskolegiranog bakra ili bakra
- 8 - 9 - slobodno

#### IV NAČIN IZRADE ELEKTRODE:

- 0 - izjedna livena (slika 1.a)
- 1 - izjedna kovana ili presovana (slika 1.a)
- 2 - izjedna rezana (slika 1.a)
- 3 - iz dva dela sa koničnim spojem (slika 1.b)
- 4 - iz dva dela sa navojnim spojem (slika 1.c)
- 5 - iz dva dela spojena presovanjem (slika 1.d)
- 6 - 9 - slobodno

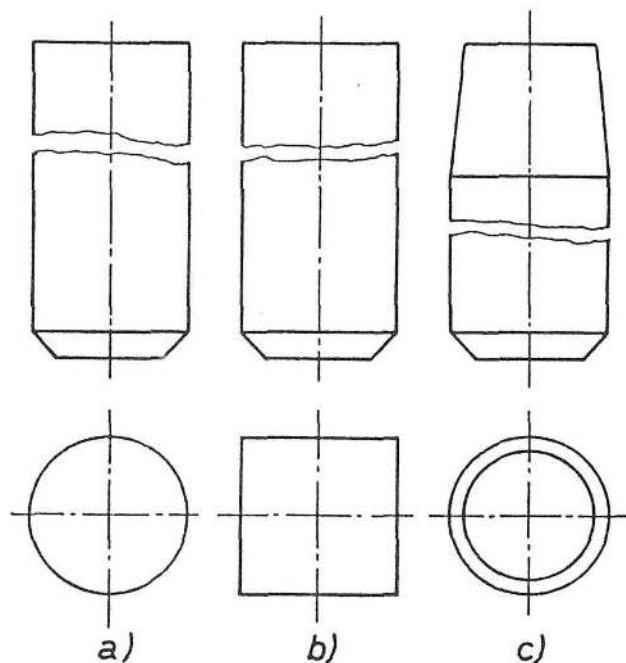


Slika 1. Način izrade elektrode: a) izjedna ;b) iz dva dela sa koničnim spojem ;c) iz dva dela sa navojnim spojem ;d) iz dva dela spojena presovanjem

*Figure 1. The way of producing the electrode: a) in one piece b) from two pieces with joint by cone ;c) from two pieces joint by boltes ;d) from two pieces joint by pressing*

#### V OBLIK DELA ELEKTRODE ZA POZICIONIRANJE I STEZANJE:

- 0 - slobodno
- 1 - cilindričan oblik (slika 2.a)
- 2 - oblik četvrtka (slika 2.b)
- 3 - koničan oblik (slika 2.c)
- 4 - 9 - slobodno



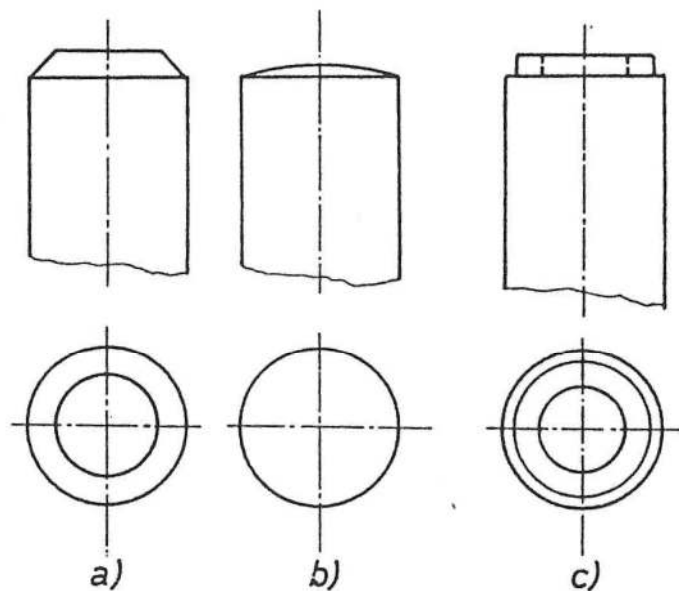
Slika 2. Oblik dela elektrode za pozicioniranje i stezanje:  
a) cilindričan oblik ;b) oblik četvrtka ;c) koničan oblik  
Figure 2. The form of electrode part for to positioning and to clamping:a) the cylinder form ;b) the quarter form ;c) the cones form

#### VI OBLIK VRHA ELEKTRODE:

- 0 - slobodno
- 1 - centričan ravni (slika 3.a)
- 2 - centričan sferni (slika 3.b)
- 3 - centričan torusni (slika 3.c)
- 4 - ekscentričan ravni (slika 4.a)
- 5 - ekscentričan sferni (slika 4.b)
- 6 - ekscentričan torusni (slika 4.c)
- 7 - 9 - slobodno

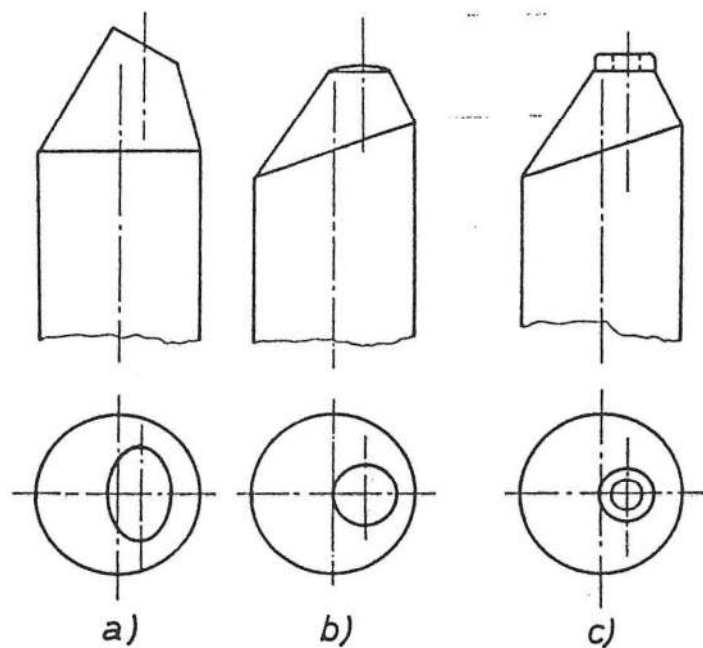
#### VII OBLIK KONTURE ELEKTRODE:

- 0 - slobodno
- 1 - ravni (slika 5.a)
- 2 - kosi (slika 5.b)
- 3 - savijeni (slika 5.c)
- 4 - 9 - slobodno



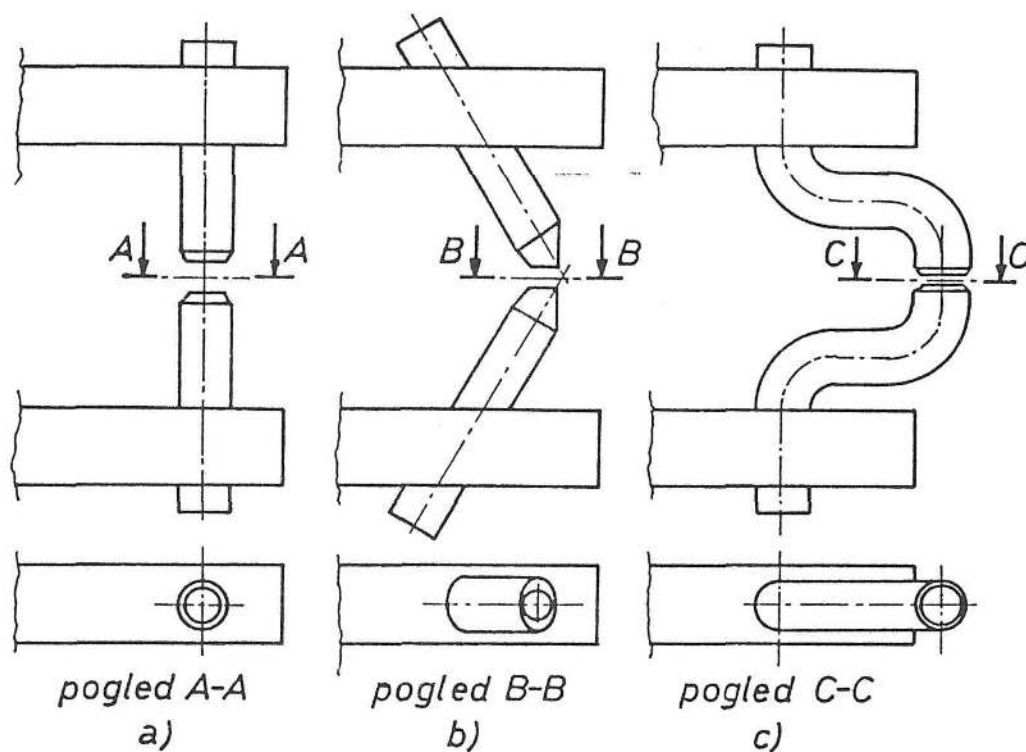
Slika 3. Centrični oblici vrha elektrode: a) ravni ;b) sferni ;  
c) torusni

Figure 3. The centred forms of electrode top: a) plane ;b) spherical ;c) torus



Slika 4. Ekscentrični oblici vrha elektrode: a) ravni ;b) sferni ;  
c) torusni

Figure 4. The excentred forms of electrode top: a) plane ;  
b) spherical ;c) torus



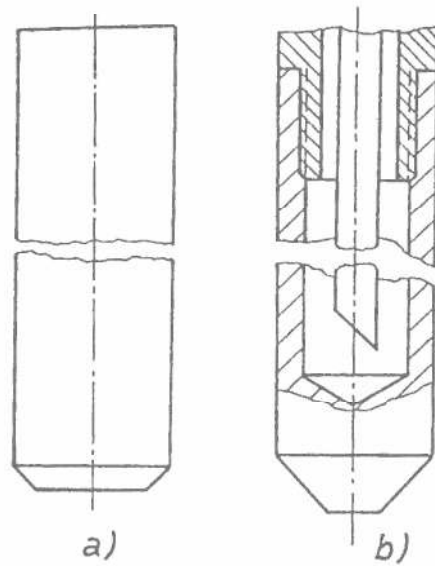
Slika 5. Oblici konture elektrode: a) ravni ;b) kosi ;c) savijeni  
 Figure 5. The forms of electrode contour: a) plane ;b) oblique ;  
 c) curve

VIII NAČIN HLAĐENJA VRHA ELEKTRODE:

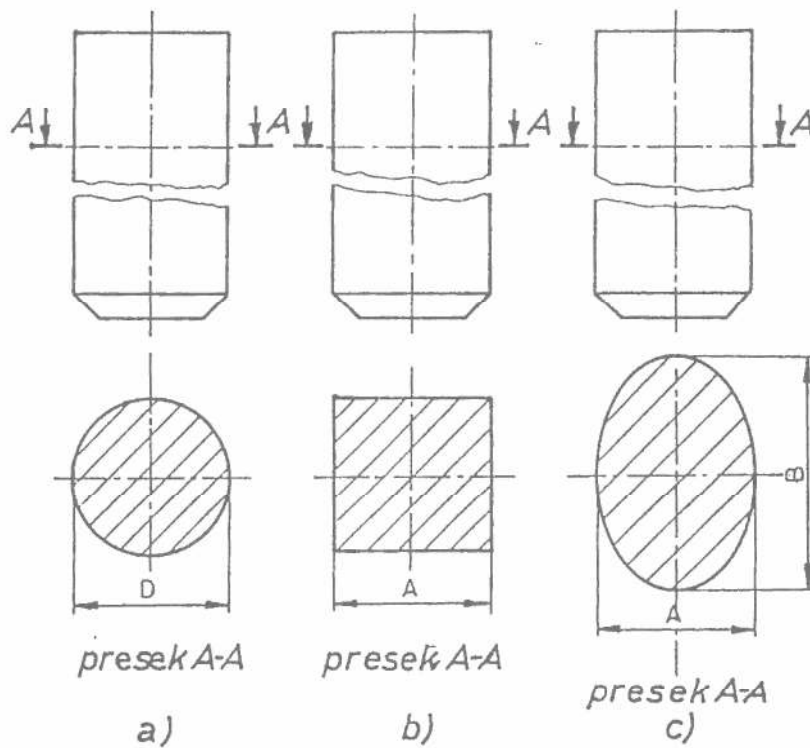
- 0 - prirodno ili prinudno hlađenje spolja (slika 6.a)
- 1 - prinudno hlađenje iznutra (slika 6.b)
- 2 - 9 - slobodno

IX OBLIK POPREČNOG PRESEKA ELEKTRODE:

- 0 - kružni (slika 7.a)
- 1 - kvadratni (slika 7.b)
- 2 - eliptični (slika 7.c)
- 3 - 9 - slobodno



Slika 6. Način hlađenja vrha elektrode: a) prirodno ili prinudno hlađenje spolja ;b) prinudno hlađenje iznutra  
 Figure 6. The cooling system of electrode top: a) natural or forced cooling from outside ;b) forced cooling inside

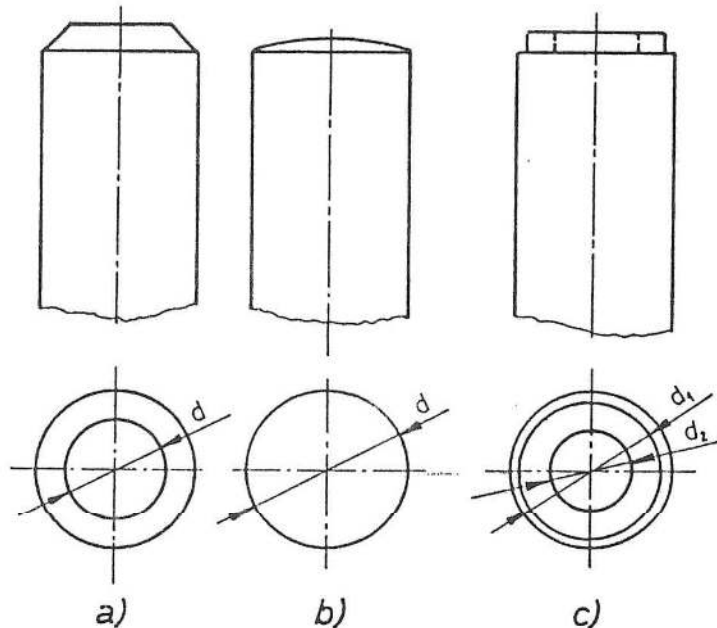


Slika 7. Oblik poprečnog preseka elektroda: a) kružni ;  
 b) kvadratni ;c) eliptični  
 Figure 7. The form of cross sections of electrode: a) circle ;  
 b) square ;c) elliptical



X MAKSIMALNA DIMENZIJA OTISKA VRHA ELEKTRODE:

- za ravni oblik vrha elektrode daje se kao prečnik  $d$  u mm (slika 8. a)
- za sferni oblik vrha elektrode daje se kao prečnik  $d$  u mm (slika 8.b)
- za torusni oblik vrha elektrode daje se kao odnos spoljnjeg  $d_1$  i unutrašnjeg  $d$  prečnika torusnog dela  $d_1/d_2$  u mm (slika 8.c)



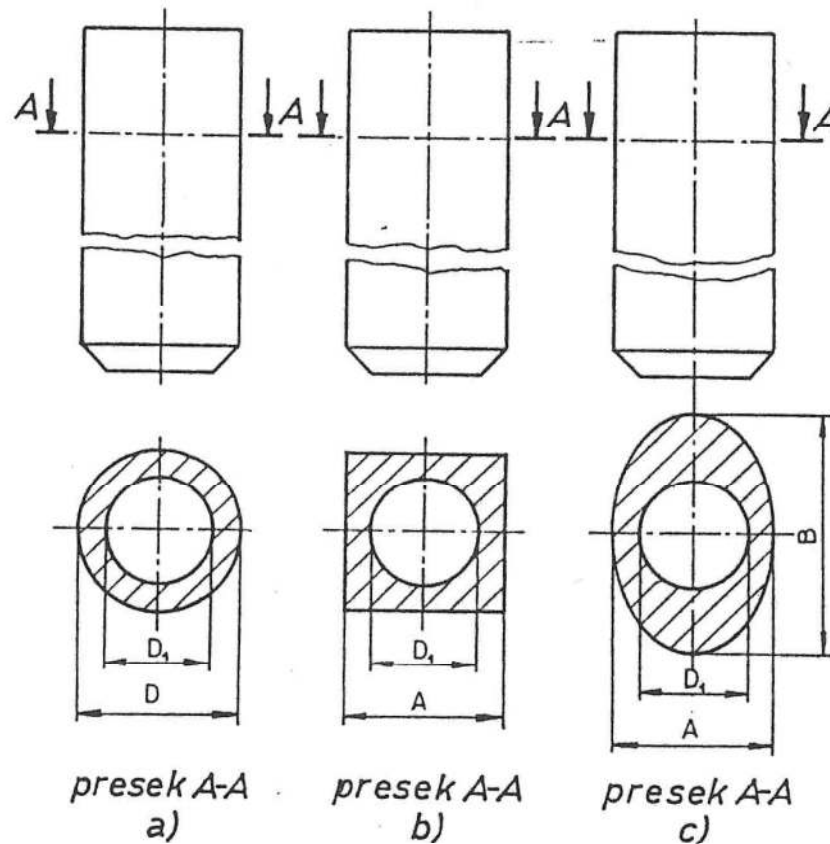
Slika 8. Maksimalna dimenzija otiska vrha elektrode: a) za ravni vrh elektrode ;b) za sferni vrh elektrode ;c) za torusni vrh elektrode

Figure 8. The maximal dimension of electrode face shapes: a) for plane electrode top ;b) for spherical electrode top ; c) for torus electrode top

XI DIMENZIJE POPREČNOG PRESEKA ELEKTRODE:

- za prirodno ili hlađenje spolja vrha elektrode dimenzije se daju u mm za:
  - kružni poprečni presek-prečnik elektrode  $D$  (slika 7.a)
  - kvadratni poprečni presek-stranica  $A$  (slika 7.b)
  - eliptični poprečni presek-dimenzije  $A/B$  (slika 7.c)
- za iznutra hlađene elektrode dimenzije punog dela preseka u mm za
  - kružni poprečni presek-odnos prečnika elektrode i prečnika otvora za hlađenje  $D/D_1$  (slika 9.a)
  - kvadratni poprečni presek-odnos stranice i prečnika

- eliptični poprečni presek-odnos dimenzija elipse i prečnika otvora za hlađenje  $A/B/D_1$  (slika 9.c)



Slika 9. Dimenzije poprečnog preseka iznutra hlađenih elektroda:

a) kružni poprečni presek ;b) kvadratni poprečni presek ;

c) eliptični poprečni presek

Figure 9. The dimensions of cross section of inside cooled electrode: a) circle cross section ;b) square cross section ;

c) elliptical cross section

## XII OSTALE POTERBNE INFORMACIJE:

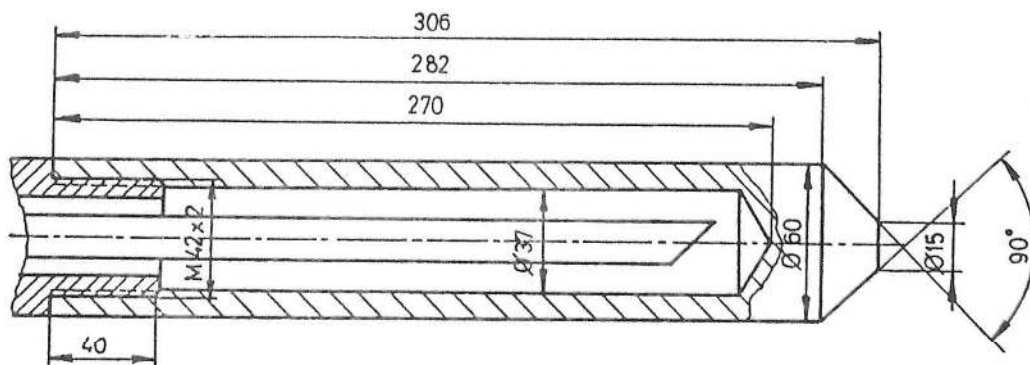
Obuhvataju informacije relevantne za klasifikaciju elektroda koje nisu obuhvaćene do sada definisanim delovima klasifikacione oznake , kao na primer:

- dužina elektrode
- skica konture elektrode
- zapazanja o ponašanju elektrode u eksploataciji itd.

#### 4. 0. PRIMER PRIMENE MODELA KLASIFIKACIJE ELEKTRODA ZA TAČKASTO ZAVARIVANJE ELEKTRIČNIM OTPOROM

Elektroda za tačkasto zavarivanje električnim otporom, izrađena od CuCr niskolegiranog bakra (prema JUS C.D1.006/82) izjedna kovanjem, sa cilindričnim delom za pozicioniranje i stezanje, ravnog oblika konture sa ravnim centričnim oblikom vrha i prinudnim hlađenjem iznutra, kružnog poprečnog preseka dimenzija  $\varnothing 60 \times \varnothing 37$  mm sa prečnikom otiska vrha elektrode 15 mm (slika 10.) ima prema izloženom modelu klasifikacije sledeću klasifikacionu oznaku:

TEO E 2.1.1.1.1.1.0.15.60/37



Slika 10. Elektroda za tačkasto zavarivanje električnim otporom  
Figure 10. The electrode for resistance spot welding

#### 5. 0. ZAKLJUČCI I PRAVCI DALJEG RAZVOJA

Model klasifikacije elektroda za tačkasto zavarivanje električnim otporom prezentovan u ovom radu ima sledeće osobine:

- daje jednoznačno rešenje u pogledu određivanja tipa elektrode
- omogućava grupisanje tipova elektroda po više različitih kriterijuma
- obuhvata informacije o tipu elektrode u relativno kratkoj klasifikacionoj oznaci
- lako se koristi i uvodi u operativnu upotrebu
- olakšava postupak projektovanja tehnološkog postupka
- u eksploatacionim uslovima povećava fleksibilnost proizvodnog sistema bez smanjenja produktivnosti
- pogodan je za razvoj programskog paketa ove namene
- omogućava ugradnju u ekspertni sistem za projektovanje tehnološkog postupka tačkastog zavarivanja električnim

otporom.  
Dalji razvoj modela klasifikacije bio bi u razvoju programskog paketa ove namene i njegovoj ugradnji u ekspertni sistem za projektovanje postupka tačkastog zavarivanja električnim otporom.

## 6. 0. LITERATURA

- /1/ Grube H. H.; "SCHWEISS-UND SCHNEIDTECHNIK IM JAHRE 1991.-BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND"; SCHWEISSEN & SCHNEIDEN, No 9/92, strane 475-484.
- /2/ Palic V.; "ZAVARIVANJE"; FTN Novi Sad, 1987.
- /3/ Korčegin K. A.; "SVARKA DAVLENIEM"; MASINOSTROENIJE Leningrad, 1972.
- /4/ Zelenović D.; "PROJEKTOVANJE PROIZVODNIH SISTEMA"; NAUČNA KNJIGA Beograd, 1987.
- /5/ "INŽENJERSKO TEHNIČKI PRIRUČNIK-ZAVARIVANJE"; RAD Beograd, 1979.
- /6/ "INŽENJERSKO MASINSKI PRIRUČNIK"; ZAVOD ZA UDŽBENIKE I NASTAVNA SREDSTVA Beograd, 1987.
- /7/ Lončar Đ., Bezjak V., Damjanović Z., Gordić M., Rahle Z.; "PRIRUČNIK ZA ZAVARIVANJE"; ELEKTRODA Zagreb, 1987.
- /8/ "METALS HANDBOOK" VOLUME 6, WELDING AND BRAZING; ASM Metals Park Ohio, 1971.
- /9/ Steffens H. D., Kern H., Ruczinski D.; "EINFLUSS DER PROCESSFUHRUNG AUF DAS TRAGVERHALTEN VON WIEDERSTANDSPUNKTSCHWEISSVERBINDUNGEN"; SCHWEISSEN & SCHNEIDEN No 1/92, strane 9-13.
- /10/ DIN 44750
- /11/ DIN 44753
- /12/ JUS C. D0.001
- /13/ JUS C. D1.006
- /14/ JUS C. H3.074
- /15/ Brestovački L., Dakić J.; "RAZVOJ PODLOGA ZA IZGRADNJU EKSPERTNOG SISTEMA ZA PROJEKTOVANJE POSTUPKA ELEKTROOTPORNOG TAČKASTOG ZAVARIVANJA"; 24. Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije-Zbornik radova, knjiga II, strane 131-137, Novi Sad, 1992.
- /16/ KATALOZI