

Univerzitet u Nišu

Mašinski fakultet



Tehnologičnost projektovanja i konstruisanja zavarenih sastava

- diplomski rad -

Kandidat:

Jovanović S. Stefan 8909

Mentor:

Prof. dr Vlastimir Đokić

Niš, april 2008.



UNIVERZITET U NIŠU
MAŠINSKI FAKULTET
Katedra za mašinske konstrukcije, razvoj i inženjering
- diplomski zadatak -

Tehnolozičnost projektovanja i konstruisanja zavarenih sastava

Rezime

Činjenica je da je postupak zavarivanja u velikoj upotrebi. Imajući to u vidu, svrha ovog rada je da pokaže mogućnosti unapređenja tehnolozičnosti zavarenih sastava.

U prvom poglavlju, *Bazni pokazatelji tehnolozičnosti i njihovo određivanje* objašnjeno je značenje baznih pokazatelja tehnolozičnosti, važnost njihovog određivanja, veličine, svojstva i izbor istih. Dat je primer proračuna pokazatelja tehnolozičnosti konstrukcije kako bi se bolje razumela suština. Prikazan je način određivanja brojčanih značenja baznih pokazatelja tehnolozičnosti kao i razrada dokumenta koji njima rukovode.

U sledećem poglavlju, *Projektovanje zavarenih sastava sa aspekta tehnolozičnosti* prikazani su osnovni oblici zavarenih spojeva, izbor materijala pri zavarivanju kao i zavarljivost različitih metala i legura. Dat je izbor vrsta i metoda zavarivanja kao i različiti tipovi i konstruktivne forme zavarenih spojeva.

U poslednjem poglavlju prikazani su primeri tehnolozičnosti zavarenih sastava pri različitim metodama zavarivanja.

Cilj ovih izučavanja je dobijanje tehnolozičnog rešenja, odnosno rešenja koje omogućava pravilno funkcionisanje proizvoda, sa traženim nivoom pouzdanosti, za predviđeni vek eksploatacije, a uz najmanje troškove, najmanji utrošak materijala, najmanji utrošak energije i uz najmanje zagađivanje okoline.



UNIVERZITET U NIŠU
MAŠINSKI FAKULTET
Katedra za mašinske konstrukcije, razvoj i inženjering
- diplomski zadatak -

Sadržaj

strana

1. Uvod	2
2. Bazni pokazatelji tehnološkičnosti i njihovo određivanje	4
2.1 Razrada metode utvrđivanja baznih pokazatelja tehnološkičnosti	4
2.2 Određivanje brojčanih značenja baznih pokazatelja tehnološkičnosti koji karakterišu rashod rezervi kod izrađivanja proizvoda	9
2.3 Određivanje brojčanih značenja baznih pokazatelja tehnološkičnosti izraženih koeficijentima	14
2.4 Razrada dokumenata koji rukovode baznim pokazateljima tehnološkičnosti	16
2.4.1 Razrada normativno – tehničkog dokumenta	16
3. Projektovanje zavarenih sastava sa aspekta tehnološkičnosti	20
3.1 Uvod	20
3.2 Oblici zavarenih spojeva	20
3.3 Izbor materijala	23
3.3.1 Zavarljivost perlitnog čelika	24
3.3.2 Zavarljivost koroziono postojanih čelika	25
3.3.3 Zavarljivost titana i njegovih legura	26
3.3.4 Zavarljivost legura aluminijuma i magnezijuma	27
3.3.5 Zavarljivost bakra i njegovih legura	28
3.3.6 Zavarljivost teškotopljivih metala i legura	28
3.3.7 Zavarljivost raznorodnih metala	28
3.4 Izbor dodatnog materijala za zavarivanje	30
3.4.1 Izbor dodatnog materijala pri gasnom zavarivanju	32
3.4.2 Izbor dodatnog materijala pri ručnom elektrolučnom zavarivanju	32
3.5 Klasifikacija grešaka u zavarenom spoju i njihov kriterijum prihvatljivosti	39
3.6 Izbor vrste i metode zavarivanja	45
3.7 Tipovi i konstruktivne forme zavarenih spojeva	46
3.8 Konstruktivni elementi sučeonog spajanja pri kontaktnom zavarivanju	48
3.9 Tipovi spojeva pri kontaktnom tačkastom i šavnom zavarivanju	49
4. Primeri tehnološkičnosti zavarenih sastava	51
4.1 Kontaktno zavarivanje	51



UNIVERZITET U NIŠU
MAŠINSKI FAKULTET
Katedra za mašinske konstrukcije, razvoj i inženjering
- diplomski zadatak -

4.2 Lučno zavarivanje.....	51
4.3 Obezbedjenje tehnoločnosti zavarene konstrukcije.....	63
5.	
Zaključak.....	6
4	
Literatura.....	65
Biografija.....	66



UNIVERZITET U NIŠU
MAŠINSKI FAKULTET
Katedra za mašinske konstrukcije, razvoj i inženjering
- diplomski zadatak -

1. Uvod

Zavarivanje i zavarene konstrukcije su nova teorijska disciplina u oblasti nauke o konstruisanju, mada počeci zavarivanja datiraju još iz starog veka zajedno sa počecima prerade ruda i metala.

Razvoj zavarivanja kroz vekove je bio veoma spor zbog primene čisto empirijskih saznanja. Početak naglog razvoja zavarivanja izazvala je proizvodnja metala i legura, specijalnih železa i čelika koji su korišćeni za proizvodnju alata i mašina krajem XIX i početkom XX veka.

Gasno zavarivanje koje ima široku primenu za spajanje metala, posebno obojenih metala (bakar i njegove legure), mada se dosta koristi i za zavarivanje elemenata od čelika, svoj puni zamah dobilo je pronalaskom mogućnosti za industrijsku proizvodnju acetilena i kiseonika.

Elektrolučno zavarivanje netopljivom elektrodom koje je pronašao ruski pronalazač N.N.Benardos 1882. god javlja se kao prvo od savremenih postupaka zavarivanja. Metode elektrolučnog zavarivanja netopljivom i topljivom elektrodom patentirali su u Rusiji. Švedski metalurg Kjellberg znatno je doprineo razvoju elektrolučnog zavarivanja primenivši 1908. god. obloženu elektrodu za zavarivanje dobivši na taj način znatno bolje karakteristike zavarenog spoja.

Za vreme drugog svetskog rata i neposredno posle njega elektrolučno zavarivanje dobija veliku primenu i razvoj. Potreba za proizvodnjom velikih količina materijalnih dobara i ratne tehnike usloveli su ovo.

Kako zavarivanje omogućava značajno uvećanje procesa proizvodnje, najbrže se razvilo u brodogradnji. U početku je izrada trupa broda vršena zakivanjem. Najbrža izrada trupa broda u serijskoj proizvodnji 1935. god. trajala je 8 meseci. Zahvaljujući zavarivanju ovo vreme je 1942. god. svedeno u proseku na samo sedam dana.



UNIVERZITET U NIŠU
MAŠINSKI FAKULTET
Katedra za mašinske konstrukcije, razvoj i inženjering
- diplomski zadatak -

U mnogim granama industrije zavarivanje je postalo jedan od vodećih tehnoloških postupaka izrade mnogobrojnih i raznovrsnih proizvoda. Bez primene ove tehnologije dobijanje ovih proizvoda ne može se ni zamisliti. Iako je zavarivanje najrasprostranjenije za spajanje metalnih delova, značajna uloga zavarivanja je i pri spajanju nemetalnih delova kao i spajanja nemetalnih sa metalnim delovima.

Zavarivanje omogućuje realizaciju najracionalnijih i najekonomičnijih rešenja. U poređenju sa drugim načinima izrade istih konstrukcija (kovanje, livenje), zavarivanjem je moguće uštedeti više od 25%, a u nekim slučajevima i do 50 % samo na troškovima materijala. Jedna od prednosti zavarenih konstrukcija je što su lakše u poređenju sa kovanim ili livenim a imaju istu ili čak veću sigurnost. Takođe, vreme izrade zavarenih konstrukcija je mnogo kraće što je sa gledišta ekonomičnosti i cene proizvoda veoma važno.

Uticaj toplotnih i difuzionih procesa igra najvažniju ulogu u formiranju zavarenog spoja, na njegova mehanička, hemijska, termofizička i druga svojstva.

U svetu je poznato oko sedamdesetak različitih postupaka zavarivanja, od toga se u našoj zemlji koristi oko petnaestak postupaka. Tehnologija zavarivanja bira se uglavnom prema vrsti materijala koji se zavaruju, obliku i dimenzijama elemenata koji čine datu konstrukciju, lokalizaciji gde se zavarivanje izvodi.



UNIVERZITET U NIŠU
MAŠINSKI FAKULTET
Katedra za mašinske konstrukcije, razvoj i inženjering
- diplomski zadatak -

5. Zaključak

Tehnologičnost predstavlja meru kvaliteta procesa oblikovanja sastavnih elemenata za proces obrade, montaže i kontrole rukovanja u procesu rada.

Pokazatelji tehnologičnosti su:

1. Jednostavna izrada i obrada,
2. Jednostavna montaža,
3. Struktura primenjenih materijala,
4. Učešće standardnih elemenata u proizvodnji,
5. Učešće tipiziranih elemenata u proizvodnji,
6. Broj elemenata u proizvodnji
7. Struktura raspodele elemenata

Viši nivo tehnologičnosti postiže se:

1. Uprošćavanjem oblika i izrade,
2. Izborom materijala,
3. Projektovanjem za masovnu proizvodnju,
4. Primenom standardnih i tipiziranih elemenata.

Pri projektovanju zavarene konstrukcije neophodno je imati u vidu sledeće:

- Imajući u vidu da je čvrstoća zavarenih spojeva, po pravilu niža od čvrstoće osnovnog metala broj zavarenih spojeva mora biti minimalan;
- Naknadna termička obrada je često potrebna radi obezbeđenja jednake čvrstoće zavarenih spojeva i osnovnog metala i eliminisanja napona zavarivanja. Zbog toga, gabaritne dimenzije zavarenih sklopova moraju odgovarati mogućnostima njihove obrade u termičkim pećima;
- U konstrukciji treba težiti simetričnom rasporedu zavarenih spojeva radi sprečavanja obrazovanja prekomernih deformacija od zavarivanja. U zoni termičkog uticaja režim zavarivanja mora obezbediti simetričnost preseka šava. Pri zavarivanju tankozidnih konstrukcija mora se obezbediti čvrsto spajanje zavarivanih elemenata blizu čela. Zbog toga je pri projektovanju zavarenih konstrukcija neophodno predvideti minimalni mogući presek šava;
- U mestima prekida šavova najčešće se pojavljuju pukotine, pa zato takve konstrukcije treba izbegavati;



UNIVERZITET U NIŠU
MAŠINSKI FAKULTET

Katedra za mašinske konstrukcije, razvoj i inženjering
- diplomski zadatak -

- Postojanje napona zavarivanja i visoka čvrstoća spoja mogu dovesti do pojave pukotina u zavarenom spoju pa zbog toga raspoređivanje šavova u blizini paralelnih ugaonika elemenata krutosti nije preporučljivo;
- Primena prekidnih simetričnih šavova se preporučuje tamo gde se od šavova ne traže visoki zahtevi za čvrstoću i kompaktnost;
- U zavarenoj konstrukciji ne sme biti naglih (stepenastih) prelaza po debljini metala. Takođe ne sme biti odstupanja od simetričnosti rasporeda elemenata po debljini, naglih prelaza oblika konstrukcija (malih radijusa zaobljenja isečaka). U protivnom moguće je razaranje konstrukcije kao rezultat koncentracije napona. To je posebno važno za konstrukcije koje rade pri promenljivim opterećenjima i vibracijama. Za takav tip konstrukcije neophodno je predvideti glatke prelaze od metala šava ka osnovnom metalu.

L i t e r a t u r a

- В. Л. Михельсон - Ткач, Повышение Технологичности конструкций, Москва Машиностроение, 1988.
- V. Đokić, Teorije i metode konstruisanja MS, Mašinski fakultet u Nišu, 1993.
- V.Miltenović, M. Ognjanović, Mašinski elementi I, Univerzitet u Nišu i Beogradu, 1995.



UNIVERZITET U NIŠU
MAŠINSKI FAKULTET
Katedra za mašinske konstrukcije, razvoj i inženjering
- diplomski zadatak -

- D.Vitas, Osnovi mašinskih konstrukcija II, "Naučna knjiga", Beograd, 1980.
- V. Đokić, Predavanja iz tehnoločnosti, Mašinski fakultet u Nišu, 1999.

Biografija