

DOKUMENTACIJA TEHNIČKOG REŠENJA

"NOVO EKSPERIMENTALNO POSTROJENJE ZA SAVIJANJE TANKOZIDNIH CEVI PRIMENOM TOPLOTE GENERISANE TRENJEM"

Autori tehničkog rešenja

- dr Janko Hodolić, redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu,
- dr Branko Tadić, redovni profesor, Mašinski fakultet u Kragujevcu,
- dr Đorđe Vukelić, docent, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu.

Naručilac tehničkog rešenja

- ALKA DOO, Kragujevac, Republika Srbija.

Korisnik tehničkog rešenja

- ALKA DOO, Kragujevac, Republika Srbija.

Godina kada je tehničko rešenje urađeno

- 2010.

Oblast tehnike na koju se tehničko rešenje odnosi

- Mašinstvo / Proizvodno mašinstvo

Projekat u okviru koga je realizovano tehničko rešenje

- Program istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2008.-2010.;
- Tehnološka oblast: Mašinstvo;
- Rukovodilac projekta: dr Janko Hodolić, redovni profesor;
- Naziv projekta: Unapređenje kvaliteta procesa i proizvoda primenom savremenih inženjerskih tehnika sa ciljem povećanja konkurentnosti na globalnom tržištu;
- Broj projekta: TR 14003.

1. Opis problema koji se rešava tehničkim rešenjem

Savijanje cevi je posebna i specifična vrsta savijanja. U toku procesa savijanja cevi su izložene silama koje deformišu prvočitni oblik (presek) cevi, tako da postoji opasnost da cevi izgube svoj kontinualni oblik preseka. Opasnost promene prvočitnog oblika postoji u kritičnoj zoni savijanja. Zato, takvo mesto (kritičnu zonu) treba odgovarajućim konstrukcijama uređaja za savijanje obezbediti u što je moguće većoj meri.

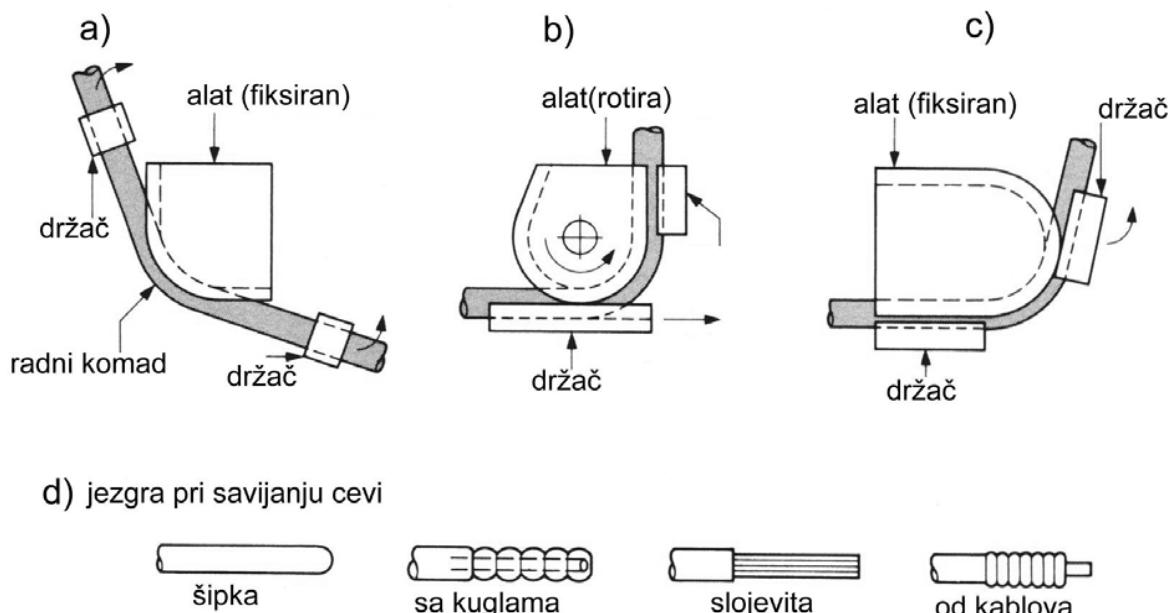
U tešku vrstu savijanja spada savijanje tankozidnih cevi, posebno ako se one savijaju na relativno male radijuse savijanja. U praksi je razvijen niz metoda i uređaja za pravolinijsko i kružno savijanje cevi [2, 8, 9]. Međutim, ovim klasičnim metodama (savijanje preko valjaka, savijanje sa kulisom i dr.), nije moguće izvesti krivolinijsko savijanje bakarnih lukova kod kojih je odnos radijusa savijanja i prečnika cevi $\leq 1.5d$. Savijanje lukova ispod $1.5d$ spada u specijalne tehnologije savijanja koje se zasnivaju na zagrevanju kritičnih zona specijalnim induktivnim grejačima. Induktivno zagrevanje kritičnih zona zahteva posebna elektroenergetska postrojenja pa je izrada lukova po ovoj metodi ekonomski opravdana samo u uslovima masovne proizvodnje. Po ovoj metodi bakarne lukove proizvodi poznate svetske firme ("SUDO", "RO" i dr.). Metode savijanja zasnovane na principu induktivnog zagrevanja kritične zone savijanja su veoma skupe metode i primenjuju se isključivo u uslovima masovne proizvodnje. U uslovima maloserijske i serijske proizvodnje ove metode su nerentabilne.

U suštini rešavan je problem iznalaženja mogućnosti savijanja tankozidnih cevi novom metodom, odnosno metodom koja bi zahtevala manja finansijska ulaganja u opremu i bila rentabilna i u uslovima maloserijske i serijske proizvodnje.

2. Stanje rešenosti problema u svetu – prikaz i analiza postojećih rešenja

Savijanje i druga oblikovanja cevi kružnog preseka i drugih šupljih profila, zahtevaju primenu posebnih alata i mašina da bi se sprečila ili u dovoljnoj meri kompenzovala pojava nekontrolisanog deformisanja u savijenoj zoni. Defekti se odnose na dobijanje spljoštenog profila, pojavu nabora u zoni unutrašnjeg radijusa, lom u spoljašnjoj zoni itd. Uspešno savijena cevi podrazumeva savijanje u jednoj ili više savijenih zona sa očuvanim dimenzijama otvora i stanjenjem zida komada ispod kritičnog iznosa. Sklonost ka pojavi defekata je veća kod tankozidnih cevi. U industrijskoj praksi pri većim serijama cevi se ispunjavaju fleksibilnim jezgrima ili šipkom sa zaobljenim krajem (radijus odgovara radijusu savijanja). Po završenom savijanju jezgro se izvlači.

Na slici 1 prikazana su tri najčešće korišćena principa kod savijanja cevi. Pod a) je savijanje oko nepokretnog profilisanog bloka pri čemu se preko držača deluje na oba kraja cevi. Postupak se redje primenjuje. Pod b) je šema tzv. rotacionog savijanja cevi koje ima najširu primenu. Centralnu poziciju ima rotirajući profilisani blok koji je vezan za pogonski sistem mašine (najčešće hidraulični) i koji ostvaruje aktivni moment savijanja. Donji držač cevi je nepokretan, a gornji rotira zajedno sa centralnim blokom. Oblikovanje je vrlo efkasno, a proces je pogodan za kompjuterizovano upravljanje. Mašine su kompaktne i produktivne.



Slika 1. Šematski prikaz najčešće primenjivanih metoda savijanja cevi

Na slikama 2 i 3 dati su fotografски prikazi mašina koje se primenjuju za savijanje cevi.



Slika 2. Mašina za savijanje cevi tipa BBM –Minimalni radius savijanja 60,mm



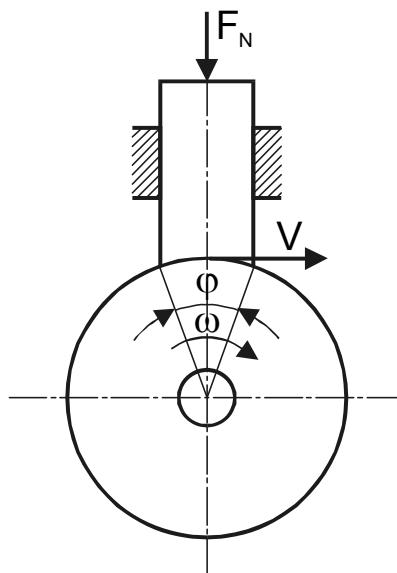
Slika 3. Mašina za savijanje cevi tipa PK-10 –minimalni radius savijanja veći od 3xd

Prikazane mašine, kao i mnoge na tržištu široko rasprostranjene mašine (MB 624, i druge) ne omogućavaju izvođenje savijanja sa malim radijusima savijanja, posebno kada je u pitanju savijanje tankozidih cevi.

3. Suština tehničkog rešenja

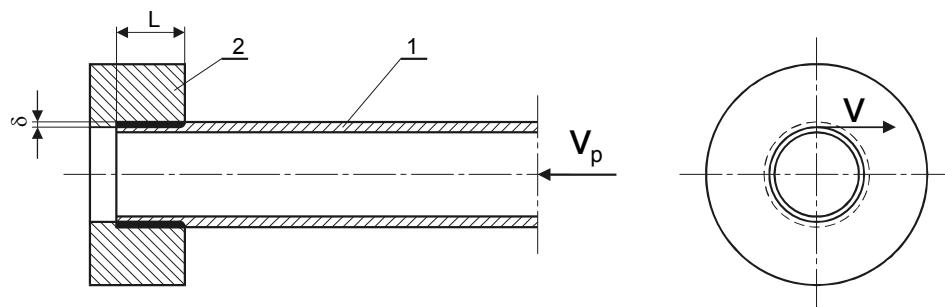
Polazeći od činjenice da se trenjem između dva tela, u zavisnosti od uslova ostvarivanja trenja, mogu generisati zнатне količine toplote u vrlo kratkom vremenskom intervalu nametnula se ideja da se upravo ta toplota iskoristi za zagrevanje kritične zone pri savijanju bakarnih lukova [11, 12].

Trenjem između dva tela u kontaktu, u funkciji uslova ostvarivanja kontakta, razvija se određena količina toplote. Ako se analiziraju toplotne pojave u kontaktu dva tela (slika 4) u prisustvu normalnog opterećenja F_N i brzine klizanja v može se zaključiti da je razvijena količina toplote neka složena funkcija normalnog opterećenja F_N , brzine klizanja v , ugla ϕ i mnogih drugih geometrijskih, mehaničkih i termičkih odnosno triboloških karakteristika oba tela u kontaktu.



Slika 4. Principska šema trenja kontaktnih parova

Analogno prethodnom razmatranju mogu se analizirati i toplotne pojave koje nastaju pri kontaktu cevi (1) i čaure (2), slika 5.



Slika 5. Zagrevanje cevi trenjem

Cev (1) se kreće određenom brzinom pomoćnog kretanja v_p dok se čaura (2) obrće obimnom brzinom v . Između cevi i čaure postoji preklop δ .

Razvijena količina toplote i intenzitet generisanja toplote u ovom slučaju biće funkcija obimne brzine v , brzine pomoćnog kretanja v_p , preklopa δ , dužine kontakta L i ostalih

triboloških karakteristika cevi 1 i čaure 2. Matematički se to može izraziti u obliku funkcije:

$$Q=f_1(v, v_p, \delta, L, TK, t) \text{ i}$$

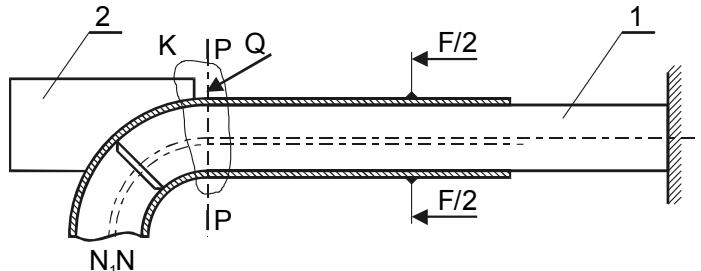
$$I_Q=f_2(v, v_p, \delta, L, TK, t)=\frac{dQ}{dt},$$

gde su:

- Q - razvijena količina toplote,
- I_Q - intenzitet generisanja toplote i
- TK - ostale, tribološke karakteristike cevi i čaure.

Definisanje razvijene količine toplote i intenziteta generisanja toplote kao složenih nestacionarnih funkcija uslova ostvarivanja kontakta predstavlja sa teorijskog aspekta, veoma složen problem [6]. Međutim, sa praktičnog, inženjerskog aspekta, razvijena količina toplote i intenzitet generisanja te toplote može se kontrolisati u određenom opsegu preko nekog od parametara koji definišu uslove ostvarivanja kontakta. Na primer, za izabranu vrednost preklopna δ , brzine v i drugih parametara, preko brzine pomoćnog kretanja v_p može se upravljati funkcijama Q i I_Q u vrlo širokom intervalu. Određena, potrebna, količina toplote može se dobiti nalaženjem parametra v , v_p ili nakog drugog parametra, koji odgovara toj količini toplote.

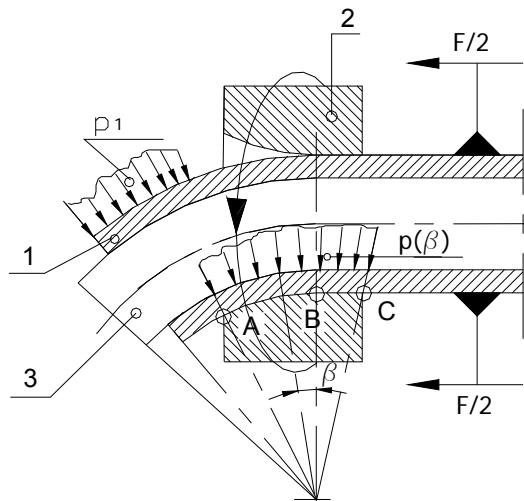
Pri savijanju cevi, uopšteno posmatrano, u određenoj zoni savijanja javlja se vrlo složeno naponsko i deformaciono stanje. Zbog velikog stepena deformisanja koji se javlja pri odnosu $r \leq 1.5d$ zagrevanje cevi je neophodno a toplotu treba dovesti upravo u kritičnu zonu savijanja (slika 6.).



Slika 6. Šema savijanja cevi

U cilju analize naponskog i deformacionog stanja u zoni savijanja razmatra se, u prvom koraku, prema slici 6, jedna od mogućih metoda savijanja cevi. Cev se potiskuje silom F preko unutrašnjeg (1) i spoljašnjeg oblikača (2). Cev je od mesta dejstva sile do preseka $P-P$ izložena naponima pritiska po celom preseku. Iznad neutralne ose N , levo od preseka $P-P$, cev je izložena naponima istezanja dok je ispod neutralne ose, levo od preseka $P-P$, cev izložena naponima pritiska. Oblast savijanja ograničena konturom K predstavlja zonu savijanja u kojoj se odvija potpuno plastično deformisanje cevi. Zona savijanja se, zbog neminovno prisutnih zazora između oblikača i cevi i drugih faktora, delom proteže i desno od preseka $P-P$. Složeno naponsko i deformaciono stanje koje zbog prisutnih zazora, odstupanja mehaničkih karakteristika cevi i drugih razloga, ima i jednu stohastičku dimenziju i onemogućava da se naponi i deformacije kvantitativno izraze kao funkcije parametara koji definišu uslove savijanja. Pri velikim stepenima deformacije ($r \leq 1.5d$),

u slučaju savijanja bez zagrevanja cevi, u zoni pritiska na luku se javljaju nabori. Dovođenjem određene količine topote Q u zonu savijanja dolazi do pada mehaničkih karakteristika materijala cevi i povećanja dozvoljenog stepena deformacije što omogućava pravilan tok procesa savijanja. Osnovne teorijske postavke ovog principa savijanja tankozidnih cevi sadržane su, dakle, u pretpostavci da se potrebna količina topote Q može obezbiti trenjem nekog elementa (npr. čaure) po cevi u zoni najvećih napona pritiska i istezanja, i da se stvorenom količinom topote može upravljati. Na osnovu šeme date na slici 7 može se analizirati naponsko stanje tankozidne cevi.



Slika 7. Raspodela napona pritiska na tankozidnoj cevi

Najopterećenije vlakno cevi sa aspekta napona pritiska, i najkritičnije po pitanju stvaranja nabora, je vlakno koje prolazi kroz tačke A, B i C. Ako se čaura od tvrdog materijala (brzorezni čelik, tvrdi metal i sl.) obrće određenim brojem obrtaja tako da jedna izvodnica čaure prolazi kroz tačke A, B i C onda će ona generisati topotu upravo u kritičnoj zoni savijanja. Naponi pritiska $p(\beta)$, potrebni za generisanje topote mogu se obezbititi malim preklopm između cevi (1) i čaure (2). Napone pritiska $p(\beta)$ obezbeđuje na osnovu geometrije procesa i unutrašnji oblikač (3). Pri razradi teorijskog modela pošlo se od pretpostavke da je potrebno ostvariti minimalni preklop čaure i cevi koji omogućava da se, u kritičnoj zoni, savijanje obavlja u tačno definisanoj oblasti (nema zazora između čaure i cevi). Između unutrašnjeg oblikača i cevi postoji mali zazor koji obezbeđuje radikalno pomeranje vlakana cevi ka unutrašnjosti, nastalo kao posledica zagrevanja cevi. Logično je prepostaviti, da se dodatni naponi pritiska i generisanje većih koncentrisanih topotnih izvora poticati upravo od sila savijanja koje predstavljaju normalne reakcije donje zone oblikača. Sasvim je logična pretpostavka da raspodela topote prati raspodelu normalnog pritiska na zidove cevi i da je zona savijanja ograničena relativno malim prostorom.

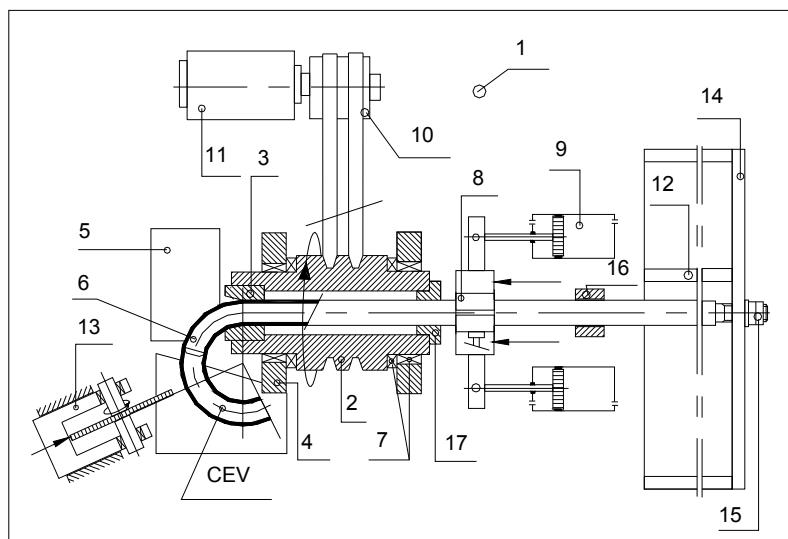
Mehaničke karakteristike materijala cevi menjaju se u funkciji količine topote i intenziteta generisanja topote. S obzirom na navedene pretpostavke najveću količinu generisane topote, posmatrano sa aspekta raspodele na uzdužna vlakna, primaju vlakna sa najvećim stepenom skraćenja odnosno izduženja. Savijanje cevi obavlja i deo spoljašnjeg oblikača preko napona p_1 , mada je udeo ovih napona na ukupan proces savijanja cevi znatno manji.

S obzirom na složenost procesa i broj uticajnih veličina veoma je teško uspostaviti precizne teorijske zavisnosti količine ostvarene topote i raspodele temperaturnih polja u kritičnoj zoni savijanja. Izložena razmatranja su samo pretpostavke koje su ukazivale na mogućnost realizacije ovog postupka obrade. Na bazi ovih pretpostavki i približnih proračuna koji se ovom prilikom ne iznose uspešno je realizovana konstrukcija mašine za savijanje tankozidnih bakarnih cevi zasnovana na principu primene topote generisane trenjem.

4. Detaljan opis tehničkog rešenja (uključujući i prateće ilustracije i tehničke crteže)

Na bazi izloženih teorijskih osnova projektovana je i realizovana mašina za proizvodnju bakarnih lukova. Postupak savijanja se zasniva na elementima prikazanim na slici 8.

Cev se postavlja preko unutrašnjeg oblika (6) čiji se položaj u odnosu na čauru (3) podešava preko navrtki (15). Cev se u početnom položaju (savijanje prvog luka) nalazi na ulaznom konusu čaure (3). Čaura (3) je rastavljivom vezom spojena sa obrtnom glavom (2) koja se posredstvom elektromotora (11) i kaišnog prenosnika (10) obrće određenim brojem obrtaja. Obrtna glava (2) je postavljena u ležajeve (7) koji se nalaze u nosačima (4). Nosači (4), elektromotor (11), pneumatski cilindri (9), graničnik (16), sklop testere za odsecanje (13) i spoljašnji oblika (5) pričvršćeni su za osnovnu ploču (1). Cev se steže specijalnom steznom glavom (8) koja je vezana sa klipnjačama pneumatskih cilindara (9). Potiskivanje cevi vrši se od podešljivog graničnika (16) do čaure (17). Graničnik (16) podešava se po uzdužnoj osi u zavisnosti od prečnika cevi i odnosa radiusa savijanja i prečnika cevi (razvijene dužine cevi). Sila potrebna za savijanje cevi obezbeđuje se preko komprimovanog vazduha pritiska $p \approx 5$, bara, a regulacija brzine potiskivanja preko prigušnica postavljenih na izlaznom vodu. Nosač unutrašnjeg oblika (14) je preko elemenata za ukrućenje (12) vezan za osnovnu ploču (1) i postolje mašine koje nije prikazano na dатој šеми.



Slika 8. Šematski prikaz mašine za savijanje bakarnih lukova

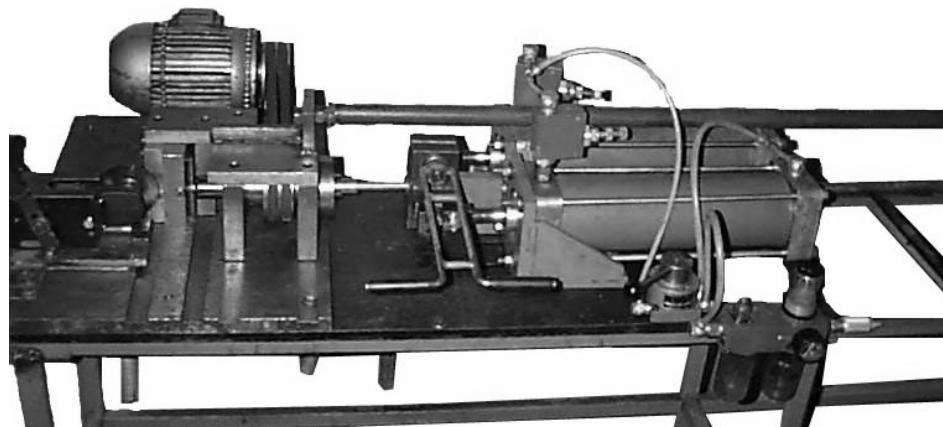
Kada specijalni stezač (8), koji potiskuje cev od graničnika (16), dodirne čeonom površinom čauru (17), proces savijanja jednog luka je završen. Stezač ostaje zategnut, a aktivira se sklop testere za odsecanje. Odsečeni luk pada kroz otvor na osnovnoj ploči (1) u posudu koja se nalazi na donjem delu postolja. Posle odsecanja luka vrši se otpuštanje cevi, a stezač se preko pneumatskih cilindara dovodi do graničnika (16) u novi početni položaj.

Količina toplice koja se dovodi u zonu savijanja reguliše se preko veličine preklopa čaure (3) i cevi i preko brzine obrtanja cevi. Veličina preklopa je reda veličine 0,03, mm. Pri prelasku na drugi radijus savijanja odnosno drugi prečnik cevi vrši se zamena određenih elemenata. U izmenljive elemente spada čaura za zagrevanje (3), spoljašnji oblikač (5), unutrašnji oblikač (6) i obloge specijalnog stezača.

Osnovne tehničke karakteristike eksperimentalnog postrojenja su:

- gabaritne dimenzije: 4000 x 1000 x 1200, mm,
- masa maštice: 300, kg,
- snaga pogonskog motora: 3, kW,
- snaga jedinice za odsecanje: 300, W,
- radni pritisak pneumatskih cilindara: 5, bara,
- prečnik pneumatskih cilindara: 200, mm,
- proizvodnost: 200 jedinica (lukova) na čas.

Na slici 9 dat je fotografski prikaz maštice za savijanje bakarnih lukova na principu korišćenja toplice generisane trenjem.



Slika 9. Fotografski prikaz maštice za savijanje bakarnih lukova na principu toplice generisane trenjem

Uređaj za stezanje (stezni pribor) obezbeđuje koncentrično stezanje cevi, odnosno ravnomeran pritisak po spoljašnjoj površini na određenoj dužini cevi. Ravnomeran pritisak, po velikoj površini cevi ostvaruje mogućnost prenosa velike sile potiskivanja i sprečava deformaciju cevi u kojoj je, uz minimalni zazor smešten unutrašnji oblikač. To je postignuto specijalnim steznim priborom sa umetnutim i radikalno višestrano rasečenim čaurama. Na taj način je postignuto, da se pri radikalno identičnim

deformacijama cevi od maksimalno 0,03, mm trenjem na cev, prečnika svega 22, mm prenese sila i od 25000, N.

Adekvatnim rešenjem čaure za zagrevanje (geometrija čaure i materijal), i sistemom podmazivanja, postignuto je da se čaura menja tek nakon proizvodnje 50000 jedinica proizvoda.

Oblikovanje krajeva lukova (ispravljanje krajeva, proširivanje i obrada čeone površine) izvršena je, takođe, primenom toplove generisane trenjem, na posebnoj, za tu namenu, specijalno projektovanoj mašini.

Nakon rešenja mnogih problema vezanih, prvenstveno, za upravljanje toplotom generisanom trenjem ostvareni su sledeći rezultati:

1. Realizovana je faza eksperimentalnih ispitivanja;
2. Puštena nulta serija u obimu od 100.000 proizvoda različitih dimenzija;
3. Geometrija i mehaničke karakteristike proizvedenih lukova zadovoljavaju DIN standarde.

Ovom prilikom se naglašava jedan karakterističan detalj. Prema važećem DIN standardu maksimalno odstupanje prečnika luka po čitavom savijenom delu iznosi svega 0,05, mm, što je za proces savijanja izuzetno uska tolerancija. Takođe su i sva ostala dozvoljena odstupanja istog reda veličine.

Izgled lukova različite veličine proizvedenih uz primenu toplove generisane trenjem prikazan je na slici 10.



Slika 10. Fotografski prikaz lukova proizvedenih uz primenu toplove generisanim trenjem

5 Literatura

- [1] **Buckley, H., D.**, Surface effect in adhesion, friction, wear and lubrication, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York, 1981.
- [2] **Bogojawlenskij, K.N., Neubauer, A., Wladimirowitch, V.**, Technologie der Fertigung von Leichtbau-profilen, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1985.

- [3] **Đorđević, Lj., Popović, P.**, Tehnologija mašinogradnje, tehnologija plastičnosti - I deo, udžbenik, Mašinski fakultet, Kraljevo, 1998.
- [4] **Đorđević Lj.**, Tehnologija postavljanja mašina, teorija poremećajnih sila i vibracija, monografija, Mašinski fakultet, Kraljevo, 2006.
- [5] **Đurđanović, M.**, O jednoj mogućnosti korišćenja toplove generisane trenjem, Zbornik radova Mašinskog fakulteta u Nišu, knjiga II, 1980.
- [6] **Đurđanović, M.**, Istraživanje procesa oblikovanja krajeva cevnih profila trenjem, Doktorska disertacija, Niš, 1990.
- [7] **Ivković, B.**, Osnovi tribologije u industriji prerade metala, Građevinska knjiga, Beograd, 1983.
- [8] **Matveev, A.D.**, Kovka i štampovka, Spravočnik, Mašinostroenie, Moskva, 1987.
- [9] **Musafija, B.**, Obrada metala plastičnom deformacijom, Svetlost, Sarajevo, 1988.
- [10] **Popović, P., Đurđanović, M.**, Prilog razmatranju primene toplove generisane trenjem u tehnologijama plastičnosti, Tribologija u industriji, N4/4, Kragujevac, 1991.
- [11] **Tadić, B.**, Obradni procesi i specijalne mašine i uređaji, Monografija, ISBN 86-80581-97-6, Kragujevac, 2006.
- [12] **Tadić, B.**, TRIBOLOGY, Ministry of Education and Research the Annals of University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle VIII, ISSN 1221-4590, 2006.
- [13] **Tarzimanov, G.A.**, Proektirovanie metalorežuščij stankov, Mašinostroenie, Moskva, 1980.
- [14] **Zahar, S.**, Maštine alatke 1, Jugoslovensko društvo za tribologiju, Kragujevac, 1993.
- [15] **Vukelić, Đ., Tadić, B., Hodolić, J., Križan, P., Simeunović, N.**: Development of an intelligent system for fixture design using case-based reasoning (CBR) technique, Journal of Manufacturing Engineering, Vol. 8, No. 4, pp. 8-11, 2009.
- [16] **Vukelić, Đ., Tadić, B., Hodolić, J., Križan, P.**: Fixture layout unification, 13th International Scientific Conference Mechanical Engineering, Bratislava: Faculty of Mechanical Engineering, 21. October, pp. 676-681, 2010.



Наш број: _____

Ваш број: _____

Датум: 2011-01-12

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 16. редовној седници одржаној дана 28.12.2010. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 13. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

У циљу доношења одлуке о прихвату техничког решења под називом:

НОВО ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ПОСТРОЈЕЊЕ ЗА САВИЈАЊЕ ТАНКОЗИДНИХ ЦЕВИ ПРИМЕНОМ ТОПЛОТЕ ГЕНЕРИСАНЕ ТРЕЊЕМ

Аутори:

- др Јанко Ходолич, редовни професор, Факултет техничких наука у Новом Саду,
- др Бранко Тадић, редовни професор, Машински факултет у Крагујевцу,
- др Ђорђе Вукелић, доцент, Факултет техничких наука у Новом Саду.

Пројекат у оквиру кога је реализовано техничко решење

- Програм истраживања у области технолошког развоја за период 2008.-2010.;
- Технолошка област: Машинарство;
- Руководилац пројекта: др Јанко Ходолич, редовни професор;
- Назив пројекта: Унапређење квалитета процеса и производа применом савремених инжењерских техника са циљем повећања конкурентности на глобалном тржишту;
- Број пројекта: ТР 14003.

именују се рецензенти:

- др Милентије Стефановић, редовни професор, Машински факултет у Крагујевцу
- др Бранислав Јеремић, редовни професор, Машински факултет у Крагујевцу

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан

Проф. др Илија Јосић

Odlukom Naučno-nastavnog veća Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu na 16. redovnoj sednici održanoj dana 28.12.2010. godine imenovani smo za recenzente tehničkog rešenja "Novo eksperimentalno postrojenje za savijanje tankozidnih cevi primenom toplice generisane trenjem", autora: dr Janka Hodolića, dr Branka Tadića i dr Đorđa Vukelića.

Na osnovu priložene dokumentacije tehničkog rešenja podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

Tehničko rešenje pod nazivom "Novo eksperimentalno postrojenje za savijanje tankozidnih cevi primenom toplice generisane trenjem" autora dr Janka Hodolića (redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu), dr Branka Tadića (redovni profesor, Mašinski fakultet u Kragujevcu) i dr Đorđa Vukelića (docent, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu) realizovano 2010. godine, sastavljen je sledećih poglavlja:

1. Opis problema koji se rešava tehničkim rešenjem,
2. Stanje rešenosti problema u svetu – prikaz i analiza postojećih rešenja,
3. Suština tehničkog rešenja,
4. Detaljan opis tehničkog rešenja (uključujući i prateće ilustracije i tehničke crteže),
5. Literatura.

Autori tehničkog rešenja su uradili tekstualnu dokumentaciju na 10 stranica, uključujući ilustracije i tehničke crteže (ukupno 10 slika).

Tehničko rešenje pripada polju tehničko-tehnoloških nauka i oblasti mašinskog inženjerstva.

Naručilac i korisnik tehničkog rešenja je "ALKA" DOO, Kragujevac, Republika Srbija.

Tehničko rešenje je realizovano kroz program istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2008-2010 u okviru projekta "Unapređenje kvaliteta procesa i proizvoda primenom savremenih inženjerskih tehnika sa ciljem povećanja konkurentnosti na globalnom tržištu" (Broj projekta TR 14003).

Segmenti istraživanja u toku realizacije tehničkog rešenja su predhodno publikovani u dva rada:

- Vukelić, Đ., Tadić, B., Hodolić, J., Križan, P., Simeunović, N.: Development of an intelligent system for fixture design using case-based reasoning (CBR) technique, Journal of Manufacturing Engineering, Vol. 8, No. 4, pp. 8-11, 2009.
- Vukelić, Đ., Tadić, B., Hodolić, J., Križan, P.: Fixture layout unification, 13th International Scientific Conference Mechanical Engineering, Bratislava: Faculty of Mechanical Engineering, 21. October, pp. 676-681, 2010.

MIŠLJENJE

Autori tehničkog rešenja dr Janko Hodolić (redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu), dr Branko Tadić (redovni profesor, Mašinski fakultet u Kragujevcu) i dr Đorđe Vukelić (docent, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu) su jasno prikazali i teorijski obradili kompletну strukturu tehničkog rešenja.

Dokumentacija tehničkog rešenja sadrži: autore tehničkog rešenja, naziv tehničkog rešenja, godinu kada je rešenje urađeno, oblast na koju se tehničko rešenje odnosi, problem koji se tehničkim rešenjem rešava, stanje rešenosti tog problema u svetu, objašnjenje suštine tehničkog rešenja, detaljan opis sa karakteristikama, način realizacije i primene tehničkog rešenja.

Prikazano tehničko rešenje bazirano je na potpuno novoj metodi zagrevanja kritične zone savijanja i nije poznato da je ova metoda ranije primenjivana kao tehnologija savijanja tankozidnih cevi. Naime, poznato je da se toplota generisana trenjem primenjuje u operacijama proširivanja i rotacionog oblikovanja cevi, ali nije poznato da se, do sada, toplota generisana trenjem primenjivala pri savijanju tankozidnih cevi.

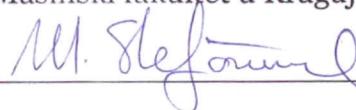
Tehničko rešenje savijanja tankozidnih cevi na principu toplove generisane trenjem predstavlja potpuno novo eksperimentalno postrojenje za savijanje tankozidnih cevi uvedeno u proizvodnju.

Tehničko rešenje pored stručne komponente, pruža originalan teorijski i naučno-istraživački doprinos.

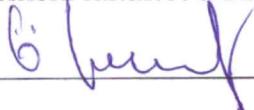
Sa zadovoljstvom predlažemo da se novo eksperimentalno postrojenje pod nazivom "Novo eksperimentalno postrojenje za savijanje tankozidnih cevi primenom toplove generisane trenjem" prihvati kao novo tehničko rešenje i u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača ("Službeni glasnik RS", broj 38/2008) klasificuje kao rezultat "**M83 Novo laboratorijsko postrojenje, novo eksperimentalno postrojenje, novi tehnološki postupak**".

13.01.2011, Kragujevac

dr Milentije Stefanović, redovni profesor
Mašinski fakultet u Kragujevcu



dr Branislav Jeremić, redovni profesor
Mašinski fakultet u Kragujevcu





Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2011-01-27

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 17. редовној седници одржаној дана 26.01.2011. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 14. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

Одлука

На основу извештаја рецензената приhvата се техничко решење категорије **M83** ("Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак") под називом

**"Ново експериментално постројење за савијање танкозидних цеви
применом топлоте генерисане трењем"**

Аутори техничког решења су: **Јанко Ходолич, Бранко Тадић и Ђорђе Вукелић.**

Ово техничко решење је резултат пројекта по јавном позиву Министарства за науку и технолошки развој ТР 14003 "Унапређење квалитета процеса и производа применом савремених инжењерских техника са циљем повећања конкурентности на глобалном тржишту".

непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:

Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Проф. др Илија Ђосић