

6. TEHNOLOŠKA ISPITIVANJA

Tehnološka ispitivanja imaju za cilj da utvrde ponašanje materijala pri različitim metodama obrade u hladnom ili u toplom stanju. Na osnovu tehnoloških ispitivanja moguće je zaključiti da li je neki materijal sposoban za obradu savijanjem, sabijanjem, izvlačenjem, kako se ponaša pri livenju ili zavarivanju.

Pri tehnološkim ispitivanjima stvaraju se uslovi slični uslovima kojima će materijal biti izložen za vrijeme prerade ili tokom same primjene. Rezultati ispitivanja se ne prikazuju broječanim vrijednostima koje bi bile pogodne za proračune. Potrebno je napomenuti da tehnološka ispitivanja ne zahtijevaju posebne skupe uređaje ni posebnu obuku i mogu se izvoditi na licu mjesta.

Sva tehnološka ispitivanja mogu se podijeliti u dvije grupe:

- tehnološka ispitivanja u toplom stanju i
- tehnološka ispitivanja u hladnom stanju.

Najčešće se primjenjuju ispitivanja u hladnom stanju. U ovu grupu spadaju:

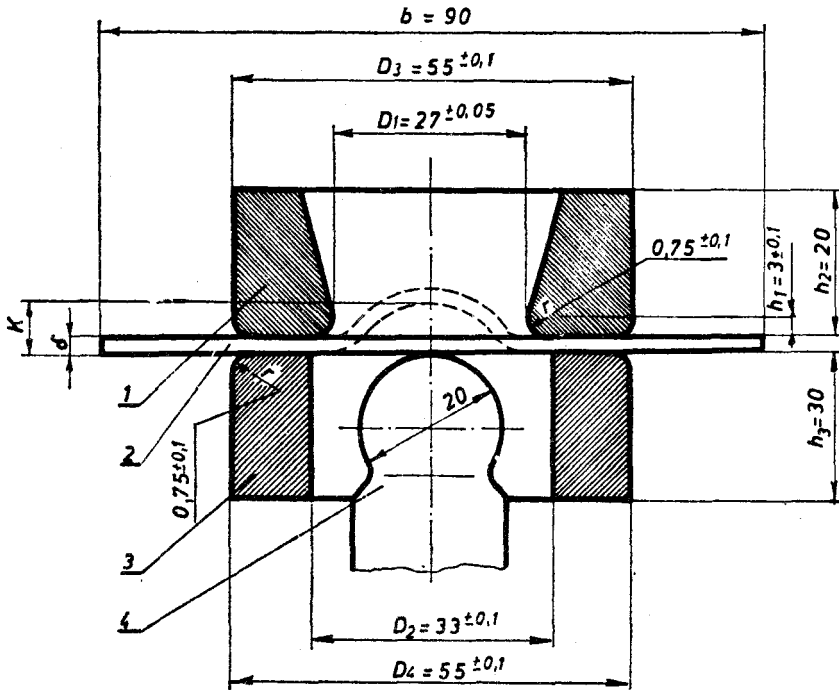
- ispitivanje na izvlačenje,
- ispitivanje na savijanje,
- ispitivanje na sabijanje,
- ispitivanje cijevi i dr.

6.1. ISPITIVANJE NA IZVLAČENJE

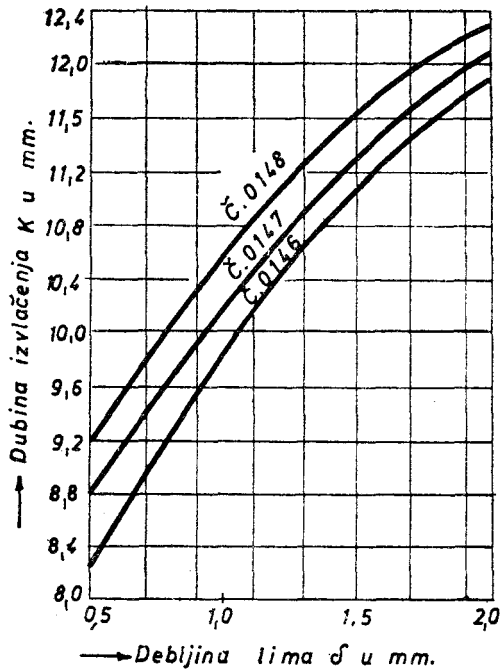
Izvlačenjem ispitujemo limove i trake. Postoji više načina ispitivanja. Po JUS-u C.A4.021 standardizovano je ispitivanje limova debljine do 2 mm, po Eriksenu.

Epruveta se izvlači loptastim utiskivačem prečnika 20 mm na specijalnom uređaju (slika 6.1). Epruvete prečnika od 70 do 90 mm debljine od 0,2 do 2 mm premazuju se tankim slojem maziva i pritežu između matrice (1) i pritezača (3). Utiskivač (4) se bez udara dovodi u dodir s epruvetom i utiskuje brzinom 5 do 20 mm/min. Brzina se smanjuje pri završetku ispitivanja, da bi se mogao tačno odrediti trenutak prekida epruvete. Kao trenutak prekida smatra se pojava pukotine koja je dovoljno otvorena da kroz nju može prolaziti svjetlost. Pojava pukotine popraćena je padom sile utiskivanja i karakterističnim šumom.

Kao mjerilo sposobnosti lima za duboko izvlačenje uzima se dubina prodiranja utiskivača K u mm do pojave prvih znakova pukotine. Dubinu



Slika 6.1. Uređaj za izvlačenje lima: 1 – matrica, 2 – epruveta, 3 – pritezač, 4 – utiskivač



Slika 6.2. Zavisnost dubine izvlačenja od debljine lima

prodiranja utiskivača mjerimo na posebnom lenjiru sa tačnošću od 0,01 mm. Dopunska ocjena o sposobnosti lima za duboko izvlačenje je izgled površine (kalote) otiska. Dobar je onaj materijal koji ima glatku površinu bez nabora, a slab sa naborima, hrapavom i ispucalom površinom.

Proizvođači limova garantuju minimalnu dubinu izvlačenja K , koju daju u katalozima ili pomoću dijagrama. Na slici 6.2. dat je jedan takav dijagram.

6.2. ISPITIVANJE NA SAVIJANJE

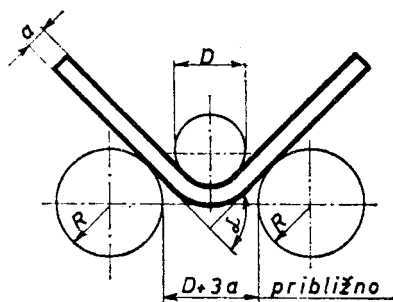
Ispitivanje savijanjem primjenjuje se za ocjenu sposobnosti savijanja čeličnih polufabrikata do propisanog ugla. Prava epruveta kružnog ili pravougaonog poprečnog presjeka podvrgava se djejtvu sila koje izazivaju savijanje samo u jednom smjeru. Savijanje se izvodi sve dotle dok oba kraka epruvete ne zauzmu propisani ugao (slika 6.3).

Najčešće se uzimaju epruvete pravougaonog poprečnog presjeka. Ivice epruvete su zaobljene radijusom zaobljenja do 1/10 debljine epruvete. Širine epruvete su u granicama između 25 do 50 mm. Dužina se određuje u zavisnosti od debljine (a) — prema obrascu $L = 5a + 150$ mm.

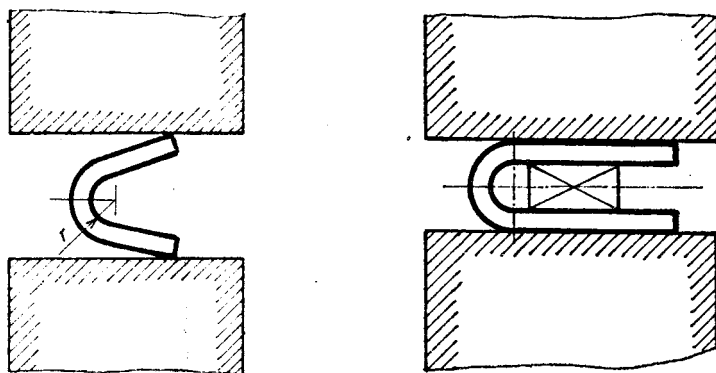
Epruveta se postavlja na dva paralelna oslonca poluprečnika R , a na sredini opterećuje preko valjka silom F .

Rastojanje između oslonaca iznosi $D + 3a$.

Prečnici valjaka za oslanjanje i valjka za pritiskivanje zavise od debljine epruvete a . Za ispitivanje limova debljine manje od 12 mm, prečnik valjka za oslanjanje je 25 mm, a za limove veće debljine od 12 mm je 50 mm. Prečnik valjka za pritiskivanje se bira u granicama $D = (0,5 - 2,5) a$.



Slika 6.3. Uredaj za ispitivanje žice na previjanje



Slika 6.4. Shema previjanja žice

Savijanje se prekida kada se na epruveti pojavi prva vidljiva pukotina širine oko 2 mm. Ako se pukotina ne pojavi, nastavlja se savijanje preko odgovarajućeg umetka ili bez umetka, dok krajevi epruvete ne budu paralelni, slika 6.4.

Kao ocjena sposobnosti materijala za savijanje je vrijednost ugla α° do pojave prve pukotine i jedinično izduženje spoljnih vlakana koje se određuje po obrascu:

$$K = 50 \frac{\alpha}{\varrho}$$

gdje je: K (%) savitljivost epruvete

a — mm — debljina epruvete

ϱ — mm — poluprečnik krivine neutralne ose.

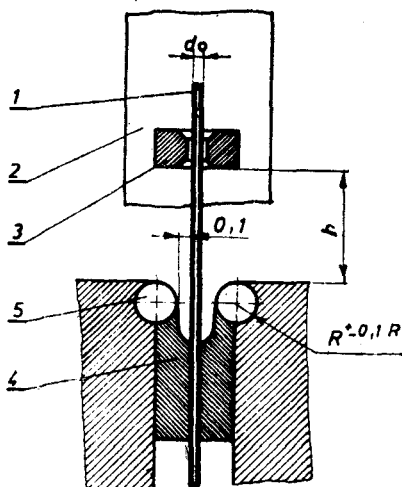
Proizvođači materijala propisuju minimalne vrijednosti ugla α° pri kojima se ne smiju pojaviti pukotine.

6.3. ISPITIVANJE NAIZMJENIČNIM PREVIJANJEM

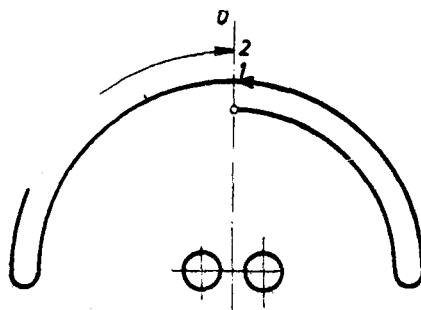
Ovo ispitivanje ima za cilj određivanje sposobnosti naizmjeničnog previjanja žica i traka od tankih limova. Najčešće se ovim metodom vrši ispitivanje žice prečnika od 0,3 do 7 mm, okruglog ili bilo kojeg drugog presjeka.

Epruveta za ispitivanje je komad žice, ili jedna nit raspletene užete, dovoljne dužine da se može stegnuti u čeljusti uređaja za ispitivanje. Poželjno je da epruveta bude prava, ali može biti i savijena. Ako se vrši ispravljanje, radi se ručno bez ikakvog alata, a ako to nije moguće, može se upotrijebiti čekić koji je mekši od materijala epruvete.

Jedan kraj epruvete (1) steže se u nepokretnu čeljust (4) a drugi pridržava u vodici (3) koja je učvršćena za ručicu (2), slika 6.5. Epruveta se presavija



Slika 6.5. Ispitivanje savijanjem



Slika 6.6. Savijanje epruvete do 180°

preko valjaka (5). Ose valjaka moraju biti paralelne i upravne na ravan u kojoj se vrši previjanje. Između epruvete i svakog valjka postoji zazor manji od 0,1 mm. Radijus zaobljenja valjaka može biti: 2,5; 5; 7,5; 10; 15 i 20 mm. Rastojanje h od valjaka do vođice zavisi od prečnika žice i bira se iz tabele.

Epruveta se u čeljusti blago pritegne tako da se pri ispitivanju ne obrće ili pomjera. Slobodni kraj epruvete u vođici (3) može se zategnuti malom silom koja ne smije izazvati naprezanja veća od 2% od zatezne čvrstoće.

Slobodni kraj epruvete previja se za 90° preko valjka i vrati u prvobitni položaj, a zatim u istoj ravni previje za 90° u suprotnom smjeru, preko drugog valjka i ponovo vrati u prvobitni položaj (slika 6.6.).

Uređaj na kome se izvodi naizmjenično previjanje lima registruje broj previjanja do loma ili do propisanog broja previjanja. Jedno previjanje predstavlja savijanje epruvete za 90° preko jednog valjka i vraćanje u prvobitni položaj. Previjanje ne smije biti praćeno uvijanjem epruvete. Broj previjanja epruvete zaokružuje se na cijeli broj.

6.4. ISPITIVANJE CIJEVI

Tehnološka ispitivanja cijevi mogu se izvoditi: savijanjem, spljoštavanjem, prirubljivanjem i proširivanjem.

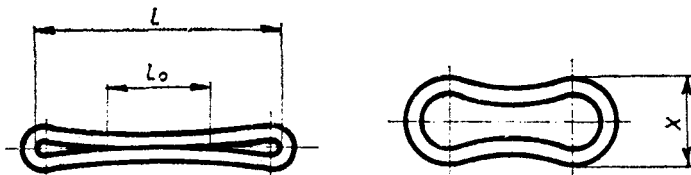
Ispitivanje savijanjem izvodi se na isti način kao i savijanje epruveta punog presjeka. Cijevi tankih zidova prije ispitivanja na savijanje ispunjavaju se olovom, smolom ili pijeskom.

6.4.1. Ispitivanje cijevi spljoštavanjem

Ispitivanje spljoštavanjem izvodi se na cijevima prečnika do 400 mm čija debljina zidova ne prelazi 15% od spoljnog prečnika cijevi. Epruveta je komad cijevi čija dužina iznosi $1,5 D$, a ne smije biti manja od 10 niti veća od 100 mm.

Spljoštavanje se izvodi između dvije ploče u pravcu upravnom na podužnu osu epruvete.

Ispitivanje se izvodi dok odstojanje ploče x , mjereno pod opterećenjem u pravcu spljoštavanja, ne dostigne vrijednost koju propisuje proizvođač ili odgovarajući standard, slika 6.7.



Slika 6.7. Spljoštavanje cijevi

Kao potpuno spljoštavanje smatra se ono pri kojem, poslije izvršenog spljoštavanja bez pojave naprslina, dužina dodira unutrašnjih površina l_0 iznosi najmanje $1/2$ unutrašnje dužine l .

Brzina ispitivanja spljoštavanjem kreće se u granicama od 5 do 20 mm/min.

Izgled epruvete poslije završenog ispitivanja spljoštavanjem ocjenjuje se prema uslovima postavljenim u standardima proizvođača.

6.4.2. Ispitivanje cijevi proširivanjem

Ispitivanje cijevi proširivanjem izvodi se pomoću koničnog proširivača. Ispitivanje se može obaviti na kraju cijevi ili na posebnim epruvetama čija je dužina veća od $1,5 D$ (gdje je D prečnik cijevi), a ne smije biti manja od 50 mm.

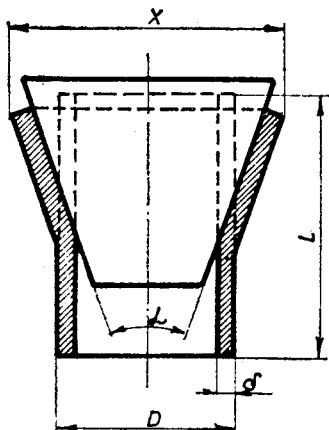
Utiskivač je koničan sa poliranom površinom. Ugao vrha konusa može biti 30° , 45° , 60° i 120° , ili nagiba $1 : 10$ i $1 : 20$.

Utiskivanje utiskivača se vrši brzinom manjom od 50 mm/min dotle dok spoljnji prečnik x ne dostigne propisanu vrijednost (slika 6.8).

Pri utiskivanju utiskivač mora biti podmazan, a u toku ispitivanja utiskivač i cijev ne smiju se obrtati.

Izgled epruvete poslije završenog ispitivanja ocjenjuje se prema uslovima postavljenim u standardu proizvoda.

Osim ispitivanja koničnim proširivačem, proširivanje se može izvoditi i cilindričnim proširivačem čiji vrh može biti koničan ili zaobljen.

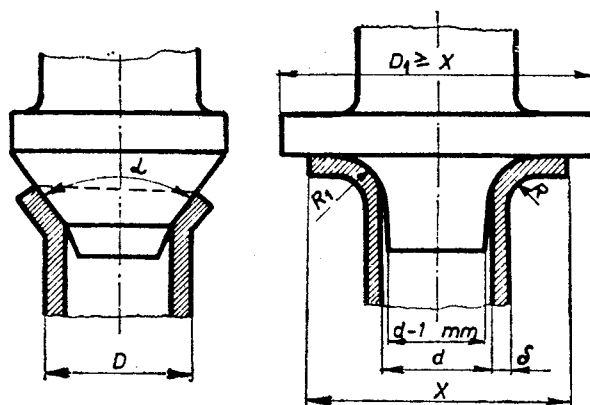


Slika 6.8. Ispitivanje proširivanjem

Pri utiskivanju utiskivač mora biti podmazan, a u toku ispitivanja utiskivač i cijev ne smiju se obrtati.

6.4.3. Ispitivanje cijevi posuvraćivanjem

Na ovaj način ispituju se cijevi spoljašnjeg prečnika od 150 mm i debljine zida do 9 mm.



Slika 6.9. Ispitivanje posuvraćivanjem

Ispitivanje se može obaviti na jednom od krajeva cijevi bez isjecanja ili na specijalnim epruvetama čija je dužina L takva da poslije ispitivanja ostatak cilindričnog dijela nema manju dužinu od $1/2 D$. Ivice cijevi se obaraju turpijom.

Za formiranje prirubnice uzimaju se dva utiskivača.

Prvi konični utiskivač pogodnog ugla α , utiskuje se dotle dok prečnik proširene cijevi ne dostigne vrijednost potrebnu za oblikovanje prirubnice prečnika x , slika 6.9. Tada se prekida ispitivanje i prvi utiskivač zamjenjuje drugim kod koga je prečnik cilindričnog dijela za 1 mm manji od unutrašnjeg prečnika cijevi i ima odgovarajući radijus zaobljenja.

Ispitivanje se završava u trenutku kad se formira prirubnica propisanog prečnika x .

Izgled epruvete poslije ispitivanja ocjenjuje se na osnovu uslova postavljenih u standardu proizvoda.