

Naponi i deformacije u zavarenom spoju

1. Nastajanje deformacija i zaostalih napona

Unos topline pri zavarivanju utiče na pojavu niza problema u izradi zavarenih konstrukcija, a takođe i kod popravaka zavarivanjem. Između ostalih, znatne poteškoće su zaostale napetosti i trajne deformacije u području zavarenog spoja. Nerijetko zaostala naprezanja, kao posljedica zavarivanja, nadilaze čvrstoću, što može rezultirati i lomom konstrukcije u području zavarenog spoja. Isti uzrok može biti i razlogom deformacije konstrukcije, napetosne korozije itd. Trajne deformacije zavarene konstrukcije su promjene oblika u području zavara ili cijele konstrukcije, do kojih dolazi tokom i nakon zavarivanja. Također su nastale kao posljedica uticaja topline tokom zavarivanja (navarivanja) ili zagrijavanja. Ostaju trajno ukoliko se konstrukcija posebno ne izravna ili nije bila eventualno preddeformisana. Zaostali naponi i trajne deformacije su povezane. Ako postoji mogućnost deformacije, zaostali naponi su manji i obrnuto, kad nisu omogućene deformacije (stegnutost konstrukcije) zaostale napetosti su veće.

Nisu jednake kod svih konstrukcija i kod svih materijala. Ukoliko je konstrukcija jako stegnuta i masivna, neće biti deformacija, ali su jake zaostali naponi.

Ako je konstrukcija slobodnija a materijali su manjih debljina dolazi do deformacija uz manje zaostale napone. Sprečavanje, odnosno smanjivanje zaostalih napona i trajnih deformacija može se obavljati prije zavarivanja, u toku i poslije zavarivanja.

Prije zavarivanja postiže se pravilnim oblikovanjem zavarene konstrukcije, izborom optimalnog oblika i dimenzija spoja, najpovoljnijih postupaka zavarivanja ili navarivanja, preddeformacijama, ukrućenjima, predgrijavanjem itd.

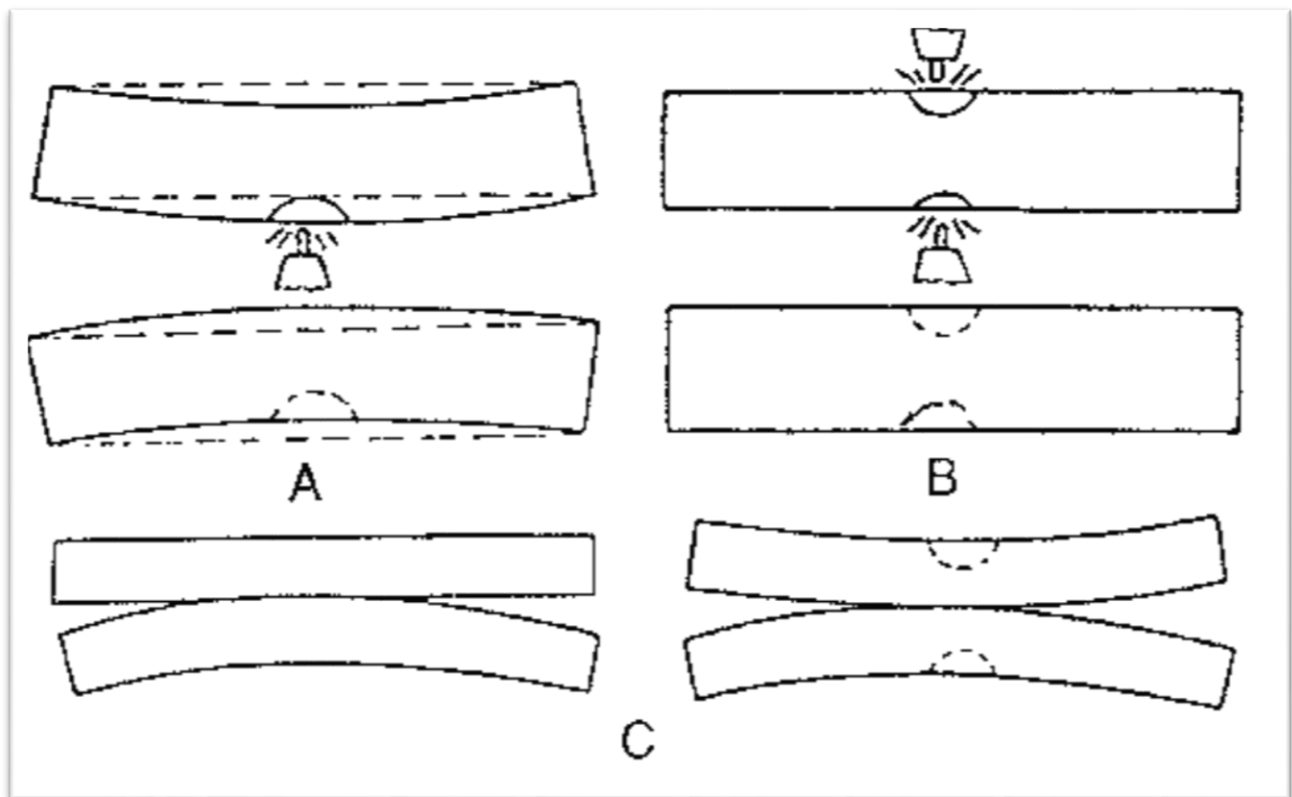
Tokom zavarivanja obavlja se pravilnim redoslijedom zavarivanja ili navarivanja i ispravnim parametrima te ostalim uslovima zavarivanja. Poslije zavarivanja zaostali naponimogu se smanjiti topliotnom obradom, a deformacije se mogu ukloniti ravnanjem konstrukcije na toplo ili na hladno.

Pojednostavljen prikaz nastajanja zaostalih napona i deformacija prikazan je slikama 1. i 2. Rastezanje zbog zagrijavanja i hlađenja jedno je od fizičkih svojstava metala. Ako se slobodni radni komad jednakomjerno zagrijava, npr. u peći, on će povećati obim i širiti se u svim pravcima.

Ako se isto tako jednakomjerno hladi, vrati će se u prvobitno stanje bez trajnih deformacija i zaostalih napona. Međutim, ako je radni komad stegnut ili se lokalno zagrijava, doći će do određenih promjena.

U njemu će se stvoriti zaostali naponi ili će nastupiti trajne deformacije s manjim zaostalim naponima. Nesimetrično lokalno zagrijavanje je ono kad se zagrijavanje izvodi samo s jedne strane radnog komada, što uzrokuje trajne deformacije uz manje zaostale napone.

Simetrično lokalno zagrijavanje je ono kad se istodobno, s jedne i druge strane radnog komada (simetrično), dovodi jednaka količina toplote. Tako se održava ravnoteža pa ne dolazi do deformacije, ali su zaostali naponi povećane, slika 1.



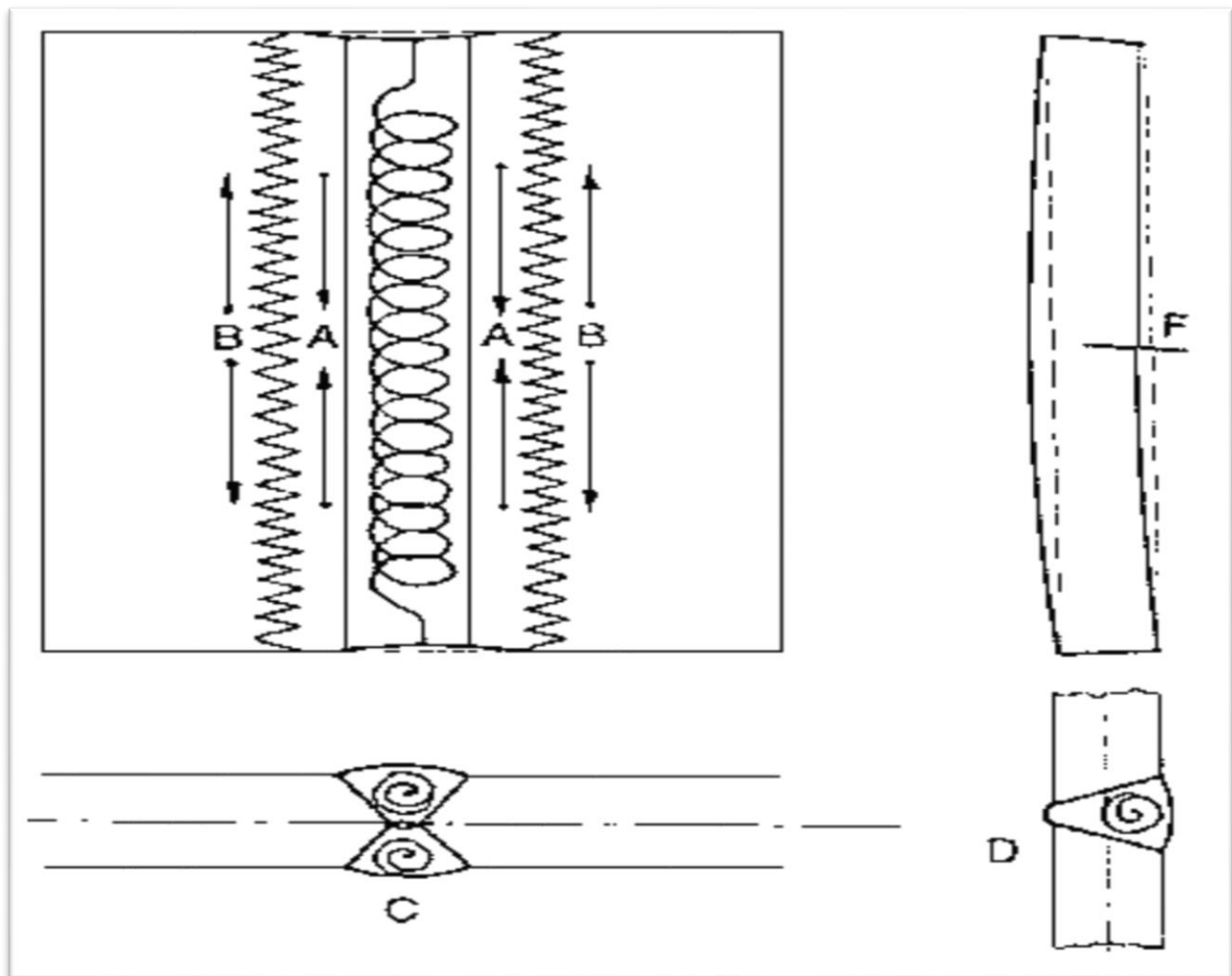
Slika 1. Nesimetrično i simetrično lokalno zagrijavanje radnog komada

A. Nesimetrično zagrijana mjesta nastoje se proširiti, hladna okolna zona se tome opire pa dolazi do zbijanja: Ohlađena, “stisnuta” (skraćena) zona uzrokuje trajne deformacije,

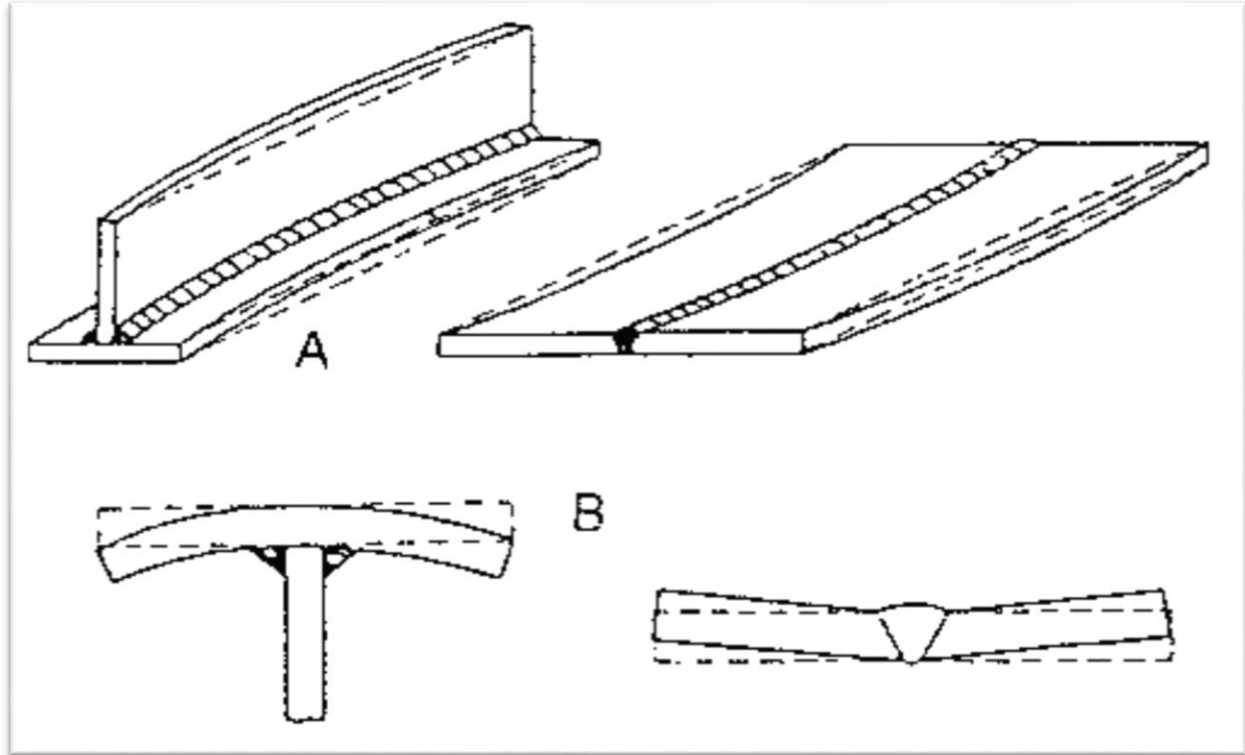
B. Simetrično zagrijana mjesta nastoje se proširiti , hladna okolna zona i uticaj simetričnog zagrijavanja uslovljava jaka sabijanja. Ohlađena i skraćena zona će se razvući ili će doći do skraćivanja radnog komada

C. Ako se radni komad “razreže” po dužini , ponašat će se na način kao što je prikazano. Po tome se mogu ocijeniti kolike su bile zaostali naponi.

Zaostali naponi su vrlo složene za izučavanje i nije ih jednostavno pojasniti. Pojednostavljen prikaz dat je na slici 2. Zavareni spoj se nakon hlađenja skрати i poput napete (razvučene) opruge razvlači okolni materijal (A). Okolna zona se “opire” stezanju zavara poput sabijene opruge (B). Ako su sile zaostalih napetosti raspoređene simetrično (C), neće doći do ugaone deformacije, a može doći do skraćivanja radnog komada, što zavisi od njegove mase. Ako su sile zaostalih napona raspoređene nesimetrično (D), doći će do deformacije radnog komada (F). U tom slučaju naponi se smanje kao što se smanjilo stezanje napete opruge. Naravno, mehanizam nastajanja zaostalih napona je znatno složeniji od prikazanog.



Slika 2. Pojednostavljen prikaz djelovanja zaostalih napona u zavarenom spoju



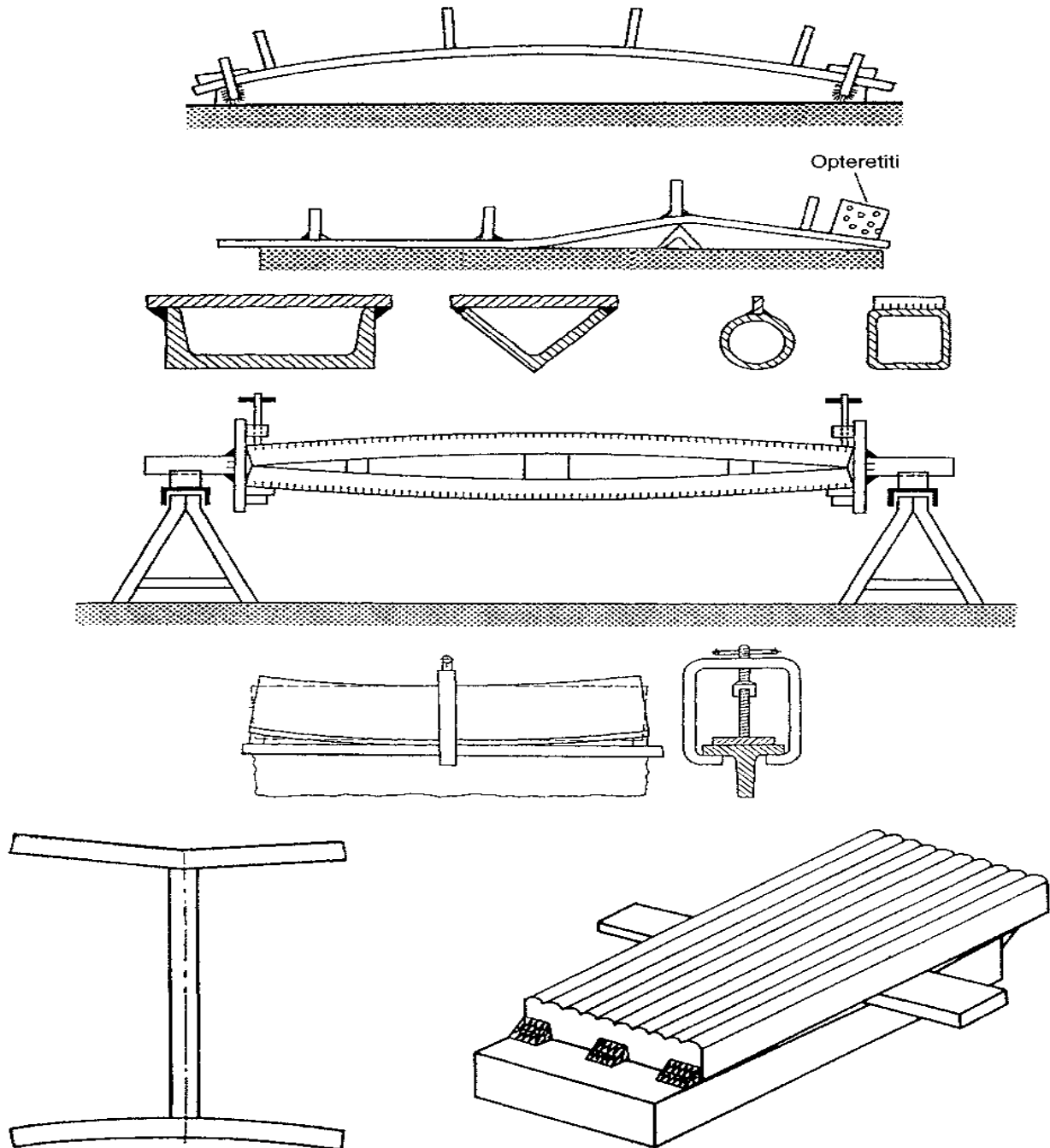
Slika 3. Vrste trajnih deformacija A - izvijanje ; B - ugaona deformacija

2. Sprečavanje nastajanja trajnih deformacija

Deformacija konstrukcija ili njenog dijela iznad dopuštenih tolerancija mora se ispravljati. Ravnanje konstrukcije ponekad je vrlo skupo pa se preporučuje izlaz tražiti u sprečavanju deformacija. Sprečavanje deformacija može se provesti na više načina:

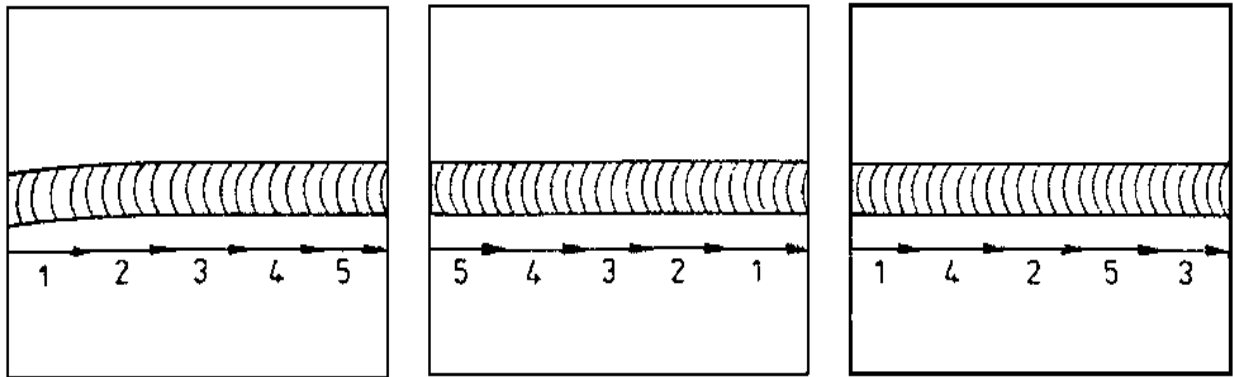
1. preddeformacijama
2. redoslijedom zavarivanja
3. ukrućivanjem konstrukcije
4. raskivanjem

Sprečavanje deformacije **preddeformacijom** znači da radni komad treba saviti plastično ili elastično, onoliko koliko se predviđa da će doći do deformacije prilikom zavarivanja ili navarivanja, kao što to prikazuju primjeri na slici 4.



Slika 4. Primjeri sprečavanja deformacije preddeformacijama kod zavarivanja i navarivanja

Sprečavanje deformacija **redosljedom zavarivanja** znači izvođenje zavarivanja ili navarivanja onim redosljedom koji uzrokuje najmanja stezanja, npr. povratnim korakom i na preskok ili takvim redosljedom da slobodno stezanje jednog spoja ne utiče ili utiče vrlo malo, na drugi već zavareni spoj, kao što je prikazano slici 5.



Slika 5. Vrste redosljeda zavarivanja ili navarivanja

A - Uobičajeni redosljed koji uzrokuje najveće deformacije

B - Redosljed povratnim korakom, kojim se znatno smanjuju deformacije

C - Redosljed na preskok, također smanjuje deformacije

Vaš zadatatak:

Pogledaj te u vašem udžbeniku kao i na internetu kako se priprema materijal da bih se izbjegli naponi i deformacije. Kao primjer možete tražiti na YOU TUBE kako izgledaju zavarivački stolovi, jer se direktno na njima mogu raditi određene preddeformacije.

<https://www.youtube.com/watch?v=NP2wWQG1vII&list=PLMVanv7fBPeBCryRuCSAueYKmjVZj4>

Vaša zadaća:

S obzirom da ste predhodnu sedmicu imali domaci zadatak, sad vam je obaveza da jos jednom procitate i u svesku izvučete teze iz ove lekcije. Time smo sigurni da ste ovu nastavnu jedinicu dobro savladali.

Napomena:

Molim vas da posebnu pažnju obratite na ovu nastavnu jedinicu jer je jako bitna u procesu izučavanja tehnoloije zavarivanja materijala.

Na raspolaganju sam vam svaki dan od 08-16h

Napisane teze slikati i slati najkasnije do 16.04.2021 na moj mail:

prof.simic@gmail.com