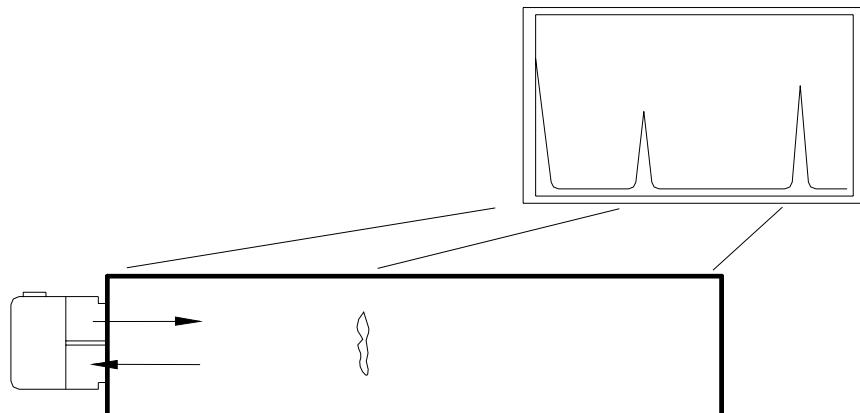


# Metode ispitivanja materijala bez razaranja

## Ispitivanje ultrazvukom

- metoda prozvučivanja -> odašiljanje zvučnih valova kroz materijal
- ultrazvuk su elastomehanički titraji nekog medija;  $f = 0,5 - 6 \text{ MHz}$
- određivanje veličine, položaja i orijentacije vanjske stijenke materijala i pogreške



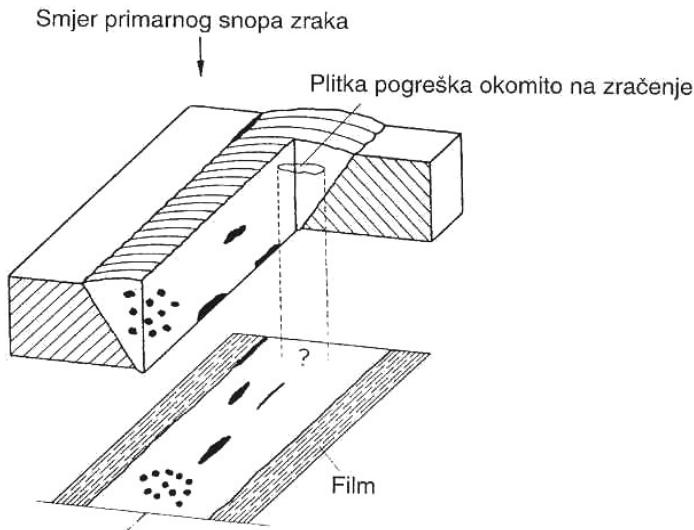
- ravna ili kosa ultrazvučna glava
- nailaženje na vanjsku stijenknu ili pronađena pogreška prikazani su u obliku vertikalnog impulsa čija je visina proporcionalna veličini pogreške
- akustička impendancija (dinamički otpor medija) - konstanta materijala
- odbijanje ultrazvučnog vala od prepreke (vanjska stijenka, pogreška) zbog velike razlike akustičkih impendancija ispitivanog materijala, zraka (vanjska stijenka) ili nekog drugog materijala (pogreška)
- brzina širenja zvuka u materijalu → udaljenost prepreke od izvora i prijemnika (sonda) → položaj pogreške u odnosu na izvor
- prednosti metode:
  - područje debljina ispitivanog predmeta je neograničeno
  - dovoljan je pristup predmetu kontrole samo s jedne strane
  - provođenje kontrole je bezopasno i ne zahtijeva zaštitna sredstva
  - osjetljivost metode je visoka, a pronalaženje pogrešaka jednostavno
  - metoda je relativno neosjetljiva na uvjete okoline (temperatura, vлага)

## Ispitivanje radiografijom

- metoda prozračivanja
- ionizirajuća elektromagnetska zračenja: X-zrake (rendgenske) i  $\gamma$ -zrake (radioizotopi), široko područje valnih duljina:

$$\lambda = 0,001 - 100 \text{ nm}$$

- izvor X zračenja: rendgenska cijev s vakuumom, priključena na visok napon do 400 kV (za prozračivanje čeličnih predmeta do 70 mm debljine)
  - izvori  $\gamma$ -zraka: radioizotopi iridija, kobalta i selenia
  - dobivanje slike na filmu (radiogramu)
- 
- prolazeći kroz materijal, smjer zračenja ostaje nepromjenjen, ali je zračenje više ili manje prigušeno što ovisi o svojstvima materijala i njegovo debljini



- niža energija zračenja na izlazu iz materijala zbog apsorpcije dijela energije primarnog zračenja:

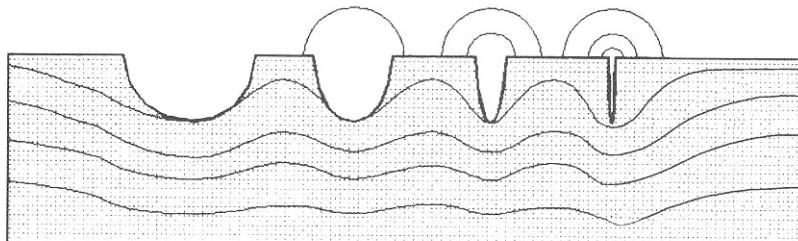
$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot d}$$

$I$  - izlazni intenzitet zračenja  
 $I_0$  - ulazni intenzitet zračenja  
 $\mu$  - koeficijent prigušenja  
 $d$  - debljina ispitnog predmeta

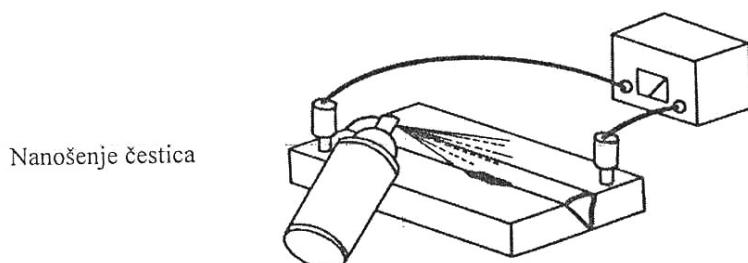
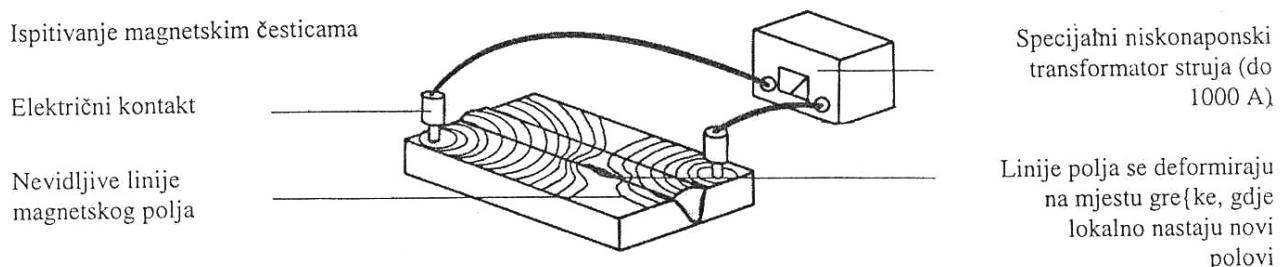
- otkrivanje pogrešaka zavarenih spojeva, poroznosti, uključaka troske, neprovarenog korijena; teško otkrivanje plošnih pogrešaka poput pukotina (mogu se otkriti samo pukotine položene u smjeru zračenja)
- ionizirajuće zračenje može uzrokovati štetne posljedice kod ljudi i ostalog živog svijeta pa je pri radiografiji obvezatno provođenje mjera zaštite pri radu s izvorima ionizirajućeg zračenja te pri transportu i skladištenju radioaktivnih materijala

## Ispitivanje magnetskim česticama

- ispitivanje onih materijala koji se mogu magnetizirati
- ako u predmetu postoji pukotina, zarez ili oštar prijelaz, a kroz predmet prolazi magnetski tok, u zavisnosti o veličini i položaju pogreške u presjeku ispod nje doći će do skretanja i koncentracije magnetskih silnica → različita koncentracija magnetskih silnica utjecat će na promjene magnetskog polja na površini predmeta

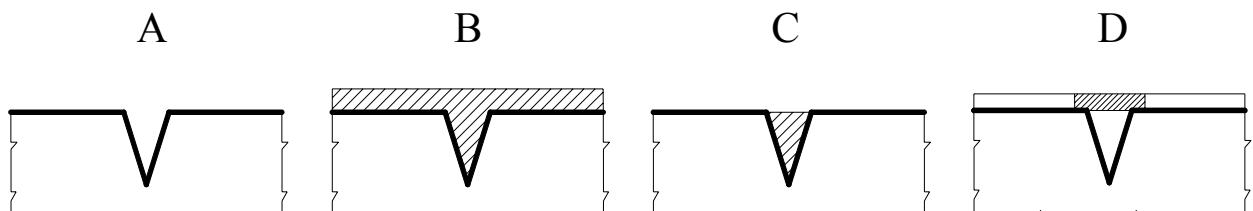


- magnetiziranje predmeta (tehnika strujnog prolaza ili tehnika posredne magnetizacije) -> nanošenje čestica željeznog oksida  $Fe_3O_4$  ( $1 \mu m$ ) (metoda suhog posipanja ili našrcavanje suspenzije)
- feromagnetske čestice se jače talože na mjestima s izraženom promjenom magnetskog polja, odnosno na mjestima iznad pogreške
- otkrivanje pogrešaka tipa pukotina, zarez i veći uključci, naročito onih uz ili u blizini ispitne površine; max. do dubine 6 mm
- glavni nedostatak metode: nemogućnost određivanja dimenzija pogrešaka
- priprema površine čišćenjem od troske te brušenjem oštijih neravnina
- nakon magnetskog ispitivanja potrebno je provesti demagnetiziranje predmeta



## Ispitivanje tekućim penetrantima

- tekući penetranti - pretežno bazirani na lakinim uljima; kapilarno prodiru i u najmanje šupljine na površini i ispunjavaju ih
- otkrivanje površinskih pogrešaka



A – priprema površine – čišćenje

B – nanošenje tankog sloja obojenog penetranta – penetriranje

C – odstranjivanje viška penetranta s površine

D – nanošenje bijelog "razvijača" – razvijanje

- nedostaci metode: velika ovisnost kvalitete nalaza pogreške o načinu pripreme i stanju ispitivane površine, upotrebljivost samo u ograničenom temperaturnom opsegu, nepogodnost za primjenu na otvorenom bez zaštite od atmosferilija