

### 1.3.6



1. **Denumirea metodei:** EXAMINAREA ULTRASONICĂ

(*UT – Ultrasound Testing*)

2. **Tipul de examinare:** acustic.

3. **Agentul de investigare:** ultrasunete emise de traductoare piezoelectrice.

4. **Fenomenul fizic de bază:** reflexia și refracția undelor ultrasonore.

5. **Modul de aplicare:** introducerea undelor ultrasonore în materialul controlat, cu ajutorul unui traductor piezoelectric și reflexia acestora pe suprafața discontinuităților; reflexiile sunt înregistrate de același traductor sau de un altul, amplificate și redată pe ecranul unui osciloscop.

6. **Domeniul de utilizare:** fisuri, goluri, incluziuni, nepătrunderi, delaminări, măsurări de grosimi etc.

7. **Indicația de defect:** semnale luminoase pe ecranul osciloscopului.

8. **Materialul obiectului controlat:** metale și aliaje (aluminii și aliajele lui, zirconiu, oțel carbon sau slab aliat; mai greu oțel inoxidabil, alame, bronzuri), materiale plastice, materiale compozite, betoane (în prezent, cu tehnici speciale, aproape orice material folosit în domeniul tehnic.

9. **Particularități** - ultrasunetele (US) sunt vibrații mecanice care se transmit în diverse medii, sub formă de unde elastice (sinonim *unde ultrasonore*), cu frecvențe cuprinse între 16 kHz și  $10^4$  MHz. În domeniul examinărilor nedistructive, sunt folosite uzual frecvențele cuprinse între 0,5 și 30 MHz. În funcție de modul în care se propagă, undele ultrasonore pot fi: *longitudinale*, *transversale* și *de suprafață*. Atunci când un fascicul de unde ultrasonore trece dintr-un mediu în altul, cu proprietăți acustice diferite, se produc fenomene de *reflexie* și *refracție*, asemănătoare celor cunoscute din domeniul opticii, pentru care este valabilă legea Snell – Descartes. Ultrasunetele utilizate în defectoscopie sunt produse în exclusivitate prin efect piezoelectric. Dintre materialele naturale (cristalul de cuarț) sau sintetice, care prezintă acest efect, cel mai folosit este titanatul de bariu, material sintetic presat sub formă de pastile de diferite forme, denumite impropriu, dar uzual, "cristale". O particularitate importantă a examinării cu ultrasunete este aceea ca se pot examina produse cu grosime sau lungime foarte mare (și peste 10 m), ceea ce nici o altă metodă nu permite.

10. **Scheme de principiu** – principalele scheme de examinare sunt prezentate în figurile 1.36, 1.37, 1.38 și 1.39. Dispozitivele folosite pentru producerea undelor ultrasonore poartă denumirea de *traductoare ultrasonore*. Întrucât la cele mai răspândite tehnici de examinare traductorul vine în contact cu suprafața obiectului examinat – o palpează – s-a răspândit denumirea comună de *palpator ultrasonic*. Rezultatele examinării sunt, de regulă, prezentate pe un ecran.

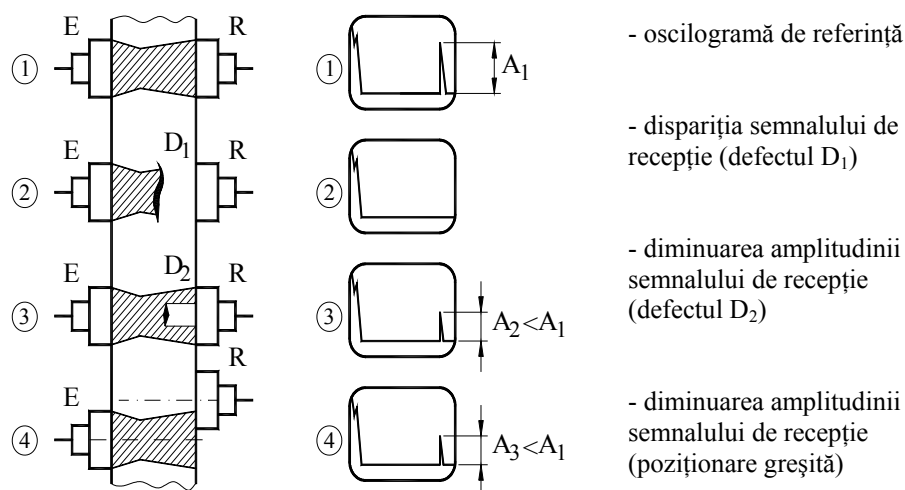


Fig. 1.36. Metoda impulsului transmis (a umbrei) - palpatoare normale.

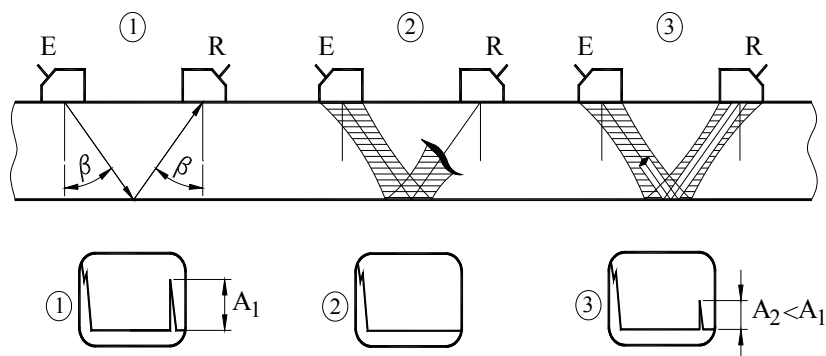


Fig. 1.37. Metoda impulsului transmis – palpatoare înclinate.

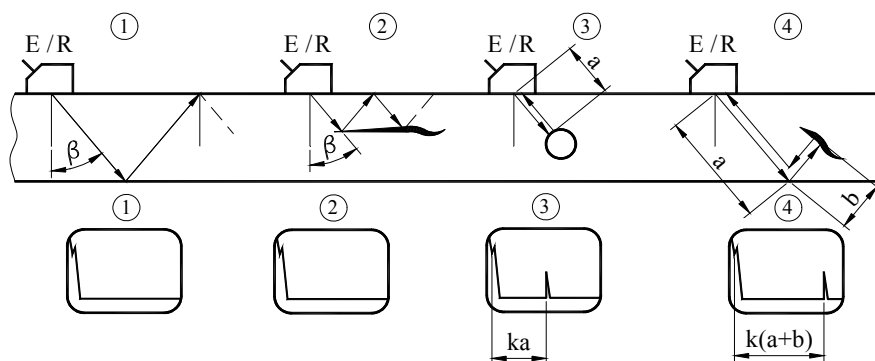


Fig. 1.38. Metoda impulsului reflectat – palpatoare înclinate.

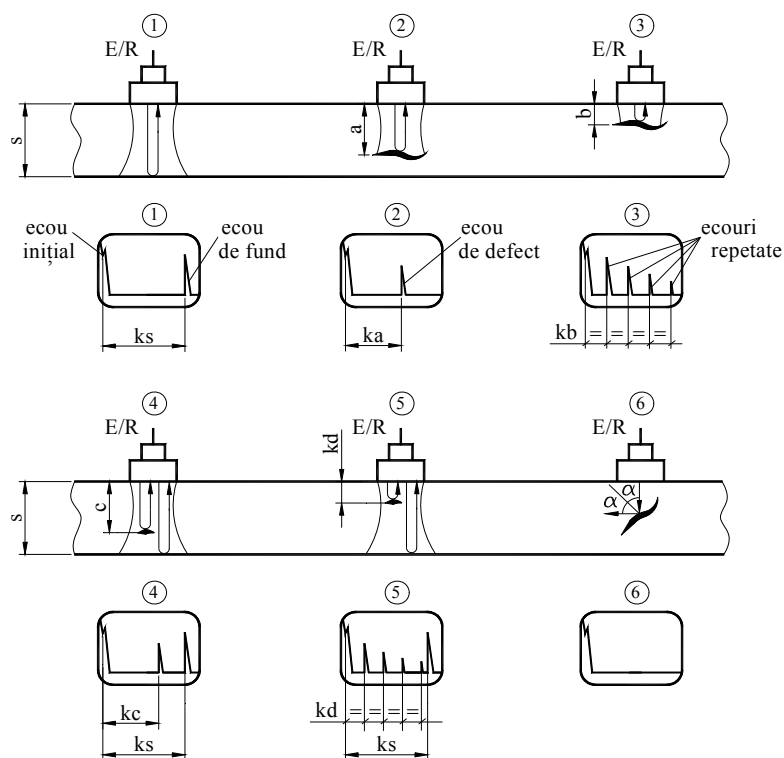


Fig. 1.39. Metoda impulsului reflectat (a ecoului) – palpatoare normale.

Pentru a produce unde transversale, cristalul palpatorului trebuie să fie astfel înclinat încât unda longitudinală incidentă produsă de acesta să formeze cu normala un unghi mai mare decât *primul unghi critic* – unghiul pentru care unda longitudinală din mediul al doilea se așterne pe suprafața piesei examinate. Valorile acestui unghi, pentru palpatoarele înclinate și pentru unde transversale sunt:  $\beta = 35^\circ; 45^\circ; 60^\circ; 70^\circ; 80^\circ$ , cele mai folosite fiind palpatoarele cu  $\beta = 45^\circ$  și  $70^\circ$ . Unghiurile precizate sunt valabile numai pentru examinarea oțelului.

11. **Echipament de bază:** defectoscop, traductoare, cabluri de legătură, cuplant, etaloane, blocuri de calibrare. Aparatul electronic care permite examinarea cu ajutorul ultrasunetelor se numește *defectoscop ultrasonic* (fig. 1.40 și fig. 1.41).



Fig. 1.40. Defectoscoape ultrasonice clasice.

La defectoscop se cuplează unul sau mai multe palpatoare, care lucrează ca emitor/receptor  $E/R$ , ca emitor  $E$ , iar celălalt ca receptor  $R$  sau un palpator dublu cristal  $E - R$ .



Fig. 1.41. Defectoscoape ultrasonice moderne (digitale, *phased array*).

8. **Observații și recomandări:**

- În mediile lichide sau gazoase se pot propaga numai unde longitudinale, în timp ce în cele solide se pot propaga toate tipurile de unde.
- Prin *cuplare* se înțelege asigurarea unei transmisii acustice corespunzătoare între palpator și piesa de examinat. Lipsa unei cuplări corecte poate compromite rezultatul examinării.
- Principalele cauze care produc atenuarea sunt: *absorbția* cauzată de viscozitatea mediului și conductivitatea sa termică (pentru toate mediile); *difuzia* cauzată de pierderile prin reflexie pe suprafețele grăunților cristalini, porilor, incluziunilor etc. (pentru mediile solide). Cu cât atenuarea este mai mică, cu atât materialul respectiv este mai ușor controlabil cu ultrasunete.
- Rezultatele examinării cu ultrasunete sunt condiționate de reglarea și verificarea aparaturii de examinare. Înaintea începerii examinării sistemul se etalonează.
- *Etalonarea* constă în reglarea optimă a parametrilor defectoscoapelor ultrasonice, astfel încât indicațiile obținute să fie corect localizate, folosind pentru aceasta suprafețe reflectante și defecte etalon cu caracteristici cunoscute, dispuse pe blocuri de calibrare sau de referință.
- Etalonarea se efectuează și pe parcursul examinării, pentru a se verifica dacă sensibilitatea rămâne constantă, indiferent de modificarea caracteristicilor componentelor electronice ca urmare a variațiilor de temperatură.
- Ansamblul format din defectoscopul ultrasonic și palpator se consideră că are *sensibilitate de evidențiere* mare, atunci când ecourile reflectoarelor mici apar clar pe ecran. De menționat faptul că defectele minim detectabile, au dimensiuni caracteristice de ordinul de mărime a câtorva lungimi de undă (lungimea de undă = viteza de propagare a undelor US raportată la frecvență).