

Contrôle par ultrasons (UT1) niveau 1

64 heures

IMPORTANTANCE DU CND (partie commune à toutes les techniques)

- Le CND (définition)
- Historique du CND
- Les différentes applications du CND
- Le rôle de CND dans la prévention des accidents
- Les aspects économiques du CND
- Terminologie utilisée en CND

1. Principes fondamentaux

1.1. Nature des ondes ultrasonores

1.2. Caractéristiques de propagation des ondes

1.2.1. Fréquence

1.2.2. Amplitude

1.2.3. Longueur d'onde

1.2.4. Vitesse de propagation.

1.2.5. Impédance acoustique.

1.2.6. Pression acoustique

1.2.7. Energie acoustique

1.2.8. Intensité acoustique

1.3. Différents types d'ondes et leurs applications

1.3.1. Ondes longitudinales.

1.3.2. Ondes transversales

1.3.3. Ondes de surface (Rayleigh)

1.3.4. Ondes de plaque (Lamb)

2. Théorie des ultrasons (principes physiques)

2.1. Comportement des ondes ultrasonores

2.1.1. Incidence normale

2.1.2. Incidence angulaire.

2.1.3. Réflexion et réfraction.

2.1.4. Conversion de modes

2.1.5. Loi de Snell

2.1.6. Angles critiques

2.2. Transfert d'énergie d'un milieu à un autre

2.2.1. Production des ultrasons

2.2.2. Perte d'énergie dans différents milieux.

2.3. Transducteurs ultrasonores

2.3.1. Principe de fonctionnement

2.3.2. Matériaux piézo-électriques

2.3.3. Coupe des Matériaux piézo-électriques et température de Curie

2.3.4. Effet de la piézo-électricité et de la magnétostriction sur un cristal.

- 2.3.5. Transducteurs à incidence normale.
- 2.3.6. Transducteurs à incidence angulaire.
- 2.3.7. Transducteurs spéciaux.

2.4. Caractéristiques d'un champ ultrasonore

- 2.4.1. Champ éloigné et champ proche
- 2.4.2. Influence de la fréquence, de la vitesse ultrasonore et des dimensions du transducteur
- 2.4.3. Phénomène de divergence

2.5. Atténuation des ultrasons

- 2.5.1. Cause et effet
- 2.5.2. Principe de mesure

2.6. Méthodes de contrôle

- 2.6.1. Méthode par transmission
- 2.6.2. Méthode écho mode
- 2.6.3. Méthode par résonance.
- 2.6.4. Méthodes automatiques et semi-automatiques.

2.7. Techniques

- 2.7.1. Technique Tandem.
- 2.7.2. Technique utilisant les transducteurs focalisés.
- 2.7.3. Technique utilisant les transducteurs à double cristal.
- 2.7.4. Techniques utilisant les transducteurs à ondes de surface.
- 2.7.5. Techniques par immersion.

3. Equipements, étalonnage et modes opératoires.

3.1. Composition et fonctionnement d'un appareil ultrasonore.

- 3.1.1. Fonctions des composants électroniques (générateur, amplificateur, atténuateur, damping, générateur de balayage, tube cathodique)
- 3.1.2. Différents types d'équipement
 - a) Equipement portable
 - b) Equipement de laboratoire
 - c) Equipement digital
 - d) Installations automatiques

3.2. Caractéristiques des équipements et des systèmes de contrôle

- 3.2.1. Propriétés des amplifications verticaux et horizontaux.
- 3.2.2. Relation entre pouvoir de résolution et fréquence, pouvoir de transmission,
- 3.2.3. Linéarité.
- 3.2.4. Saturation et seuil d'amplification.

3.3. Visualisation du signal

- 3.3.1. Amplitude de l'écho.
- 3.3.2. A.Scan.

3.4. Equipements d'enregistrement

- 3.4.1. Visualisation automatique
- 3.4.2. Interface équipement/Ordinateur.
- 3.4.3. Enregistreurs, imprimantes et traceurs.

3.5. Etalonnage des équipements

- 3.5.1. Linéarité horizontale
- 3.5.2. Linéarité verticale.

3.6. Vérification des traducteurs.

- 3.6.1. Blocs normalisés V1 et V2.
- 3.6.2. Sensibilité.
- 3.6.3. Résolution.
- 3.6.4. Vérification des traducteurs angulaires.

3.7. Etalonnage sur pièces circulaires.

3.8. Correction amplitude distance (CAD) et utilisation de la DGS

3.9. Localisation des défauts.

- 3.9.1. Localisation par palpeur droit
- 3.9.2. Localisation par palpeur à angle (un seul bond, deux bonds)

4. Applications des contrôles par UT

- 4.1. Méthodes de contrôle
 - 4.1.1. Pièces usinées
 - 4.1.2. Pièces soudées
 - 4.1.3. Systèmes et composants
 - 4.1.4. Matériaux austénitiques
 - 4.1.5. Pièces forgées.
 - 4.1.6. Matériaux non métalliques (céramiques, plastiques, ...).
 - 4.1.7. Contrôle du Béton.
 - 4.1.8. Mesure d'épaisseur.
 - 4.1.8.1. Influence de matériaux
 - 4.1.8.2. Erreurs géométriques
 - 4.1.8.3. Influence de l'état de surface
 - 4.1.9. Mesure de la corrosion.

5. Types de défauts

- 5.1. Fissures
- 5.2. Manque de fusion
- 5.3. Inclusions
- 5.4. Cavités et porosités

6. Limites d'utilisation du contrôle par UT

- 6.1. Matériaux de faible épaisseur
- 6.2. Vitesse limitée par le milieu de couplage
- 6.3. Profondeur limitée par l'atténuation.
- 6.4. Réflexion et formes complexes.
- 6.5. Dimensionnement des défauts par la fréquence.

6. 6. Atténuation Amplitude/Distance

6.7. Hexactitude des résultats dépend de la formation des opérateurs.

7. Equipement minimum recommandé

7.1. Appareil à ultrasons à fréquence variable

7.2. Bloc d'étalonnage V1

7.3. Pièces d'essais

- a) soudées
- b) usinées
- c) laminées

7.4. Traducteurs

- a) 1 Traducteur droit 4 Mhz.
- b) 1 Traducteur à angle 45° ou 60°

7.5. Câbles de connexion.

8. Instructions et procédures

8.1. Application

8.3. Ecriture du rapport de contrôle

Autres méthodes

En travaux pratiques de CND, il est prévu la mise en œuvre d'une ou de deux méthodes de CND complémentaires pour confirmer et améliorer la fiabilité des résultats.