

Contrôle par courants de Foucault (ECT2) Niveau 2 40 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

SCIENCES DES MATERIAUX, PROCEDES DE FABRICATION ET DEFAUTS

Structure des métaux et différents alliages

Caractéristiques physiques et mécaniques des matériaux métalliques

Les principaux procédés métallurgiques et les défauts rencontrés.

Les sollicitations en service

Les matériaux non métalliques

- béton
- plastiques
- composites

Les différentes techniques d'élaboration du CND

1. Principes fondamentaux

1.1. Electricité

1.1.1. Courant continu

- a) Intensité et tension
- b) Loi d'Ohm et résistance
- c) Conductivité et résistance

1.1.2. Courant alternatif

- a) Amplitude et phase
- b) Impédance

1.2. Magnétisme

1.2.1. Théorie du magnétisme

- a) Induction et champ magnétique
- b) Perméabilité magnétique
- c) Magnétisation de l'acier

1.2.2. Flux magnétique induit

- a) Définition
- b) Lignes de force et champs de force
- c) conservation de flux et magnétisme résiduel

1.3. Electromagnétisme

- 1.3.1. Champ magnétique produit par un courant
- 1.3.2. Courant induit par un champ magnétique, courants de Foucault; inductance.
- 1.3.3. Champ créé par courant de Foucault; réactance.

2. Théorie des courants de Foucault

2.1. Distribution des courants de Foucault.

2.1.1. Conducteurs plans

- a) Variation de l'amplitude et de la phase de courant
- b) Profondeur de pénétration standard
- c) Réaction du défaut par rapport à la position.

2.1.2. Barres cylindriques

- a) caractéristiques des fréquences
- b) Variations de l'amplitude et de la phase du courant
- c) Profondeur de pénétration standard
- d) Réaction du défaut par rapport à la position.

2.1.3. Tubes

- a) Caractéristiques des fréquences
- b) Variations de l'amplitude et de la phase
- c) profondeur de pénétration standard
- d) Réaction de défaut par rapport à la position

3. Equipements et procédures de contrôle par Courants de Foucault

3.1. Principe et caractérisation d'un capteur à C.F

- 3.1.1. Fonctions d'induction (émission) et de réception
- 3.1.2. Mesure absolue et mesure différentielle
- 3.1.3. Différents types de capteurs.

3.2. Position de la bobine et distribution du C.F.

- 3.2.1. Champ généré par une bobine à vide
- 3.2.2. Générateurs des C.F. en fonction de la position de la bobine inductrice
- 3.2.3. Couplage Influence de la distance.
- 3.2.4. Méthodes de focalisation.

3.3. Réponse des différents capteurs en fonction de la bobine

- 3.3.1. Cas des petits défauts
- 3.3.2. Cas des défauts longs.
- 3.3.3. Cas des défauts continus.

3.4. Caractéristiques technologiques des capteurs

- 3.4.1. Conception.

- 3.4.2. Fabrication.
- 3.4.3. Paramètres électriques
- 3.4.4. Maintenance
- 3.5. Principe de fonctionnement d'un équipement à C.F.
 - 3.5.1. Transmission
 - 3.5.2. Réception
 - 3.5.3. Présentation des résultats
- 3.6. Principales fonctions et réglages d'un équipement à C.F.
 - 3.6.1. Oscillateur.
 - 3.6.2. Source d'énergie.
 - 3.6.3. Système de mesure
 - 3.6.4. Equilibre
 - 3.6.5. Amplifications et filtrations
 - 3.6.6. Modulation
 - 3.6.7. Modes de visualisation
 - 3.6.8. Rotation de phase
 - 3.6.9. Filtre de sortie.
- 3.7. Différents types d'équipements à C.F.
 - 3.7.1. Monoparamètre, Monocanal et équipement spécialisation.
 - 3.7.2. Multiparamètres et équipements multicanaux.
- 3.8. Accessoires
 - 3.8.1. Equipements accessoires pour l'acquisition de signal
 - 3.8.2. Mécanismes de déplacement, unité de saturation, démagnétiseur.
 - 3.8.3. Système de traitement automatique du signal
- 3.9. Influence de la position et de l'orientation de défaut
 - 3.9.1. Circulation des Courants de Foucault.
 - 3.9.2. Profondeur de pénétration
 - 3.9.3. Zone d'action de la sonde.
 - 3.9.4. Zone d'influence de la bobine.
 - 3.9.5. Zone d'influence de rotation de sonde.
- 3.10. Influence de la température
 - 3.10.1. Echauffement.
 - 3.10.2. Déviations
 - 3.10.3. Compensation
- 3.11. Influence de la géométrie et de la structure de la pièce à contrôler
 - 3.11.1. Choix de la fréquence de contrôle.
 - 3.11.2. Discrimination de la phase
 - 3.11.3. Filtration
 - 3.11.4. Saturation magnétique
- 3.12. Influence du couplage.
 - 3.12.1. Vibrations
 - 3.12.2. Facteur de remplissage

- 3.12.3. Sensibilité
- 3.12.4. Compensation

3.13. Influence de la vitesse de déplacement.

- 3.13.1. Fréquence d'essai/vitesse.
- 3.13.2. Champs de l'équipement/vitesse.

3.14. Pièces à défauts standards utilisées en contrôle par C.F.

- 3.14.1. Rôle des pièces à défauts standards
- 3.14.2. choix des pièces à défauts standards.
- 3.14.3. Fabrication et reproductibilité des pièces à défauts standards.

3.15. Méthodes d'inspection.

- 3.15.1. Gamme d'inspection
- 3.15.2. Enregistrement des données
- 3.15.3. Analyse et interprétation des résultats.

4. Applications des contrôles par C.F.

4.1. Les courants de Foucault sont utilisés pour le contrôle de tous les matériaux conducteurs.

4.2. Les courants de Foucault sont spécialement utilisés pour le contrôle à grande vitesse grâce au principe de mesure sous contact.

4.3. Caractérisation des défauts géométriques

- 4.3.1. Hypothèse d'interruption de courant
- 4.3.2. cas d'un défaut ponctuel.
- 4.3.3. Cas d'un défaut large
- 4.3.4. Cas de plusieurs défauts

4.4. Bobine et conducteur long (barre ou tube).

- 4.4.1. Diagramme d'impédance
- 4.4.2. Influence des différents paramètres
- 4.4.3. Matériaux ferromagnétiques.

4.5. Utilisation du diagramme d'impédance

- 4.5.1. Définition de point focal.
- 4.5.2. Choix du point focal en fonction de la sensibilité.

4.6. Propriétés électromagnétiques des matériaux.

- 4.6.1. Conductivité électrique.
- 4.6.2. Composition chimique, température, grosseur de grains, influence de la texture.
- 4.6.3. Perméabilité magnétique.

4.7. Principaux défauts détectés par C.F.

- 4.7.1. Discontinuités provenant de la production.
- 4.7.2. Discontinuités provenant du chauffage ou du refroidissement.
- 4.7.3. Discontinuités dues aux sollicitations en service.

4.8. Détection des défauts

- 4.8.1. Mesure absolue
- 4.8.2. Mesure différentielle.

4.9. Mesure d'épaisseur

- 4.9.1. Epaisseur de produit.
- 4.9.2. Epaisseur de revêtement

4.10. Mesure de la composition de produit.

- 4.10.1. Mesure par conductivité électrique.

4.11. Contrôle par C.F. multifréquentiel

- 4.11.1. Principes
- 4.11.2. Equipement
- 4.11.3. Applications

5. Limites de contrôle par courants de Foucault.

Profondeur de pénétration

Influence due aux vibrations mécaniques

Bruit du signal dû au changement de perméabilité du milieu

Effet du bruit.

Facteur de remplissage de la bobine

Pièces à défauts standard nécessaires par l'étalonnage.

6. Equipement minimum recommandé pour des travaux pratiques.

Appareil à C.F.

Sonde et bobine

Pièces standard pour la mesure de la conductivité

Pièces standard à défauts pré-établis (planes)

Pièces standard à défauts pré-établis (tube)

Défauts de laminage pour mesurer l'épaisseur.