Métallurgie - Essais - Traitement des Aciers –

Durée : 2 à 5 jours par module

---

9 Thèmes de formation

1) MÉTALLURGIE ET TRAITEMENT THERMIQUE DES ACIERS

2) LES ESSAIS MÉCANIQUES DES MÉTAUX

3) TRAITEMENT THERMIQUE DES ACIERS

4) RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

5) RAPPEL DE MÉCANIQUE RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

6) CALCUL DES STRUCTURES DE CHAUDRONNERIE

7) CODES DE CALCULS EN CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES ET MÉTALLIQUES

8) MÉCANIQUE

9) RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX NIVEAU 2

Programme de formation

1) MÉTALLURGIE ET TRAITEMENT THERMIQUE DES ACIERS

Durée 5 jours

Le programme de ces cours représente 60 heures réparties à raison de 15 à 30 heures par chapitre, lesquelles peuvent être plus ou moins développées en fonction du niveau et de la motivation des participants.

COMPOSITION CHIMIQUE DES MÉTAUX

Le fer, le carbone et les divers constituants.
Les symboles chimiques et les symboles utilisés en traitement thermique
Pourcentage des constituants en fonction de la désignation normalisée

MÉTALLURGIE

Élaboration des aciers fins au four électrique
Obtention des aciers alliés
Les aciers au carbone pour le traitement thermique.
Les aciers alliés pour le traitement thermique

TRAITEMENT THERMIQUE

Généralités sur la trempe, le revenu, le recuit
La trempe.
Diagramme de ROOZEBOOM (température de trempe en fonction du pourcentage de carbone)
Les mises en solution des aciers hippocutectoïdes et des aciers hypereutectoïdes
Points de transformation supérieure A3.
Étude de la méthode de préparation des examens micrographiques
Examens micrographiques de différents aciers alliés mis en solution par trempe
La trempe des aciers à l'eau et à l'huile
Le revenu des aciers en fonction des caractéristiques mécaniques désirées
Le recuit de régénération, de stabilisation, de recristallisation, de d'écrouissage, d'annulation d'effets de trempe.
Les examens macrographiques.

CHAUFFAGE DES PINCES EN TRAITEMENT THERMIQUE

Transmission de la chaleur par conductivité, convection, rayonnement
Différents types de fours utilisés à chauffage direct, inférieur, supérieur, latéral, à réverbération, à recyclage.
Les fours continus et les fours discontinus.
Les atmosphères contrôlées et les générateurs endothermiques.
Composition des atmosphères décarburantes, neutres, carburants, décarburants, recarburantes
Composition chimique des gaz.
Les fours à bain de sel, de trempe, de revenu et de recuit.

CONTRÔLE DE TRAITEMENT THERMIQUE

Caractéristique mécanique des matériaux
Module d'élasticité
Résistance à la rupture
Allongement en pourcentage
Résilience
Limite d'élasticité
Essais de dureté : BRINELL, ROCKWELL et VICKERS
Choix des essais de dureté

UTILISATION DES MÉTAUX

Aptitudes en fonction d'exigences particulières
Résistance élevée aux sollicitations statiques et dynamiques
Dynamiques.
Aptitudes à l'usinage ou à la transformation
Aptitudes spéciales
Élasticité
Soudabilité
Conductivité, etc..

Programme de formation

2) LES ESSAIS MÉCANIQUES DES MÉTAUX

Durée 4 jours

ESSAI DE TRACTION

Principe de l'essai de traction
Étude des caractéristiques classiques
Étude des paramètres modernes
Normes relatives à l'essai de traction (France, CECA, Euro normes, ISO.)

ESSAI DE DURETÉ

Classification des essais de dureté
Essais par refroidissement
Essais de dureté par pénétration
Essai Brinell
Essai Rockwell
Essai Vickers
Autres essais de pénétration
Dureté à chaud
Correspondance entre mesures de dureté
Correspondance entre et caractéristique de traction de traction

ESSAI DE RÉSILIENCE

Mouton de Charty
Forme des éprouvettes
Caractère de la rupture

LA RUPTURE FRAGILE

Température de transition ductile-fragile
Essai classique de rupture fragile
Essai Schnadt
Essai de traction par choc
Essai Robertson
Essai Pellini
Essai de flexion par choc sur éprouvette entaillée (Bavette, Side Bend Test, DT)
Composition des résultats des essais de rupture fragile.
Influence des paramètres métallurgiques sur la sensibilité à la rupture fragile

Programme de formation

3) TRAITEMENT THERMIQUE DES ACIERS

Durée : 3 jours

TREMPE

Étude de mécanisme de la Trempe
Influence de la vitesse de refroidissement
Influence de la température de Trempe
Courbes, caractéristiques de Trempe
Éléments du problème de la trempe d'une pièce
Trempabilité
Schéma du problème pratique de la Trempe

REVENU

Définition de revenu
Mécanique du revenu
Facteurs du revenu

RECUIT

Définition et rôle du recuit
Recuit d'homogénéisation
Recuit de régénération
Recuit d'adoucissement
Recuit de détente
Recuit de recristallisation
Le recuit au point de vue industriel

Programme de formation

4) RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Durée 4 jours

I - RAPPEL DE STATIQUE

Forces, unités, action
Notions de calcul vectoriel
Moment de force
Conditions d'équilibre d'un corps
Résolutions par méthode graphique (dynamique et funiculaire)
Résolution par méthode analytique
Inertie - Réduction d'un système en un point

II - RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Sollicitation, nature, effets, mise en évidence
Moment de torsion
Moment de flexion et effort tranchant
Contraintes normales et tangentielles
Contrainte unitaire
Contrainte autorisée
Répartition des contraintes
Influence de la forme, de la section droite et de l'état de surface

III - PRINCIPE DE CALCUL

Isostatisme - Hyperstatisme
Formules exprimant la condition de résistance :

Sous une sollicitation de résistance

de compression
de cisaillement
de flexion
de torsion

IV - ESSAIS MÉCANIQUES - MATÉRIAUX

Compression
Traction
Flexion
Résilience
Dureté
Essai de fatigue ondulée et alternée

V - MATÉRIAUX

Les aciers ordinaires
Les aciers alliés de construction
Les aciers à hautes caractéristiques mécaniques
Les alliages spéciaux à haute température
Les alliages légers : alliage d'aluminium, alliage de magnésium, de titane, etc

Programme de formation

5) RAPPEL DE MÉCANIQUE RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Durée 5 jours

I - STATIQUE

Opération sur les vecteurs.
Moments des forces.
Équilibre des corps.
Adhérence et frottement.
Forces parallèles.
Application de la statique graphique à la détermination du centre de gravité, des moments fléchissants
Notions sur les systèmes triangulés (méthodes : de Crénona,de Culman, Ritter).
Flexion simple, systèmes hyperstatiques.
Sollicitations composées.
Étude des règles de calculs des constructions en Acier (MS66)

II - CINÉMATIQUE

Mouvements les plus courants
Étude de transmission de mouvement dans divers mécanismes

III - DYNAMIQUE

Rappel des connaissances générales essentielles
Solides guidés en translation
Travail, énergie, puissance

IV RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Aperçu de la méthode de CROSS de calcul des systèmes hyperstatiques
Poutres droites, étude analytique.

a) Flexion

Flexion plane simple
Tensions normales dues aux planes simples déformations dues à la flexion
Tensions et déformations dues à l'effort tranchant
Cas d'un composé à lame mince
Flexion plane des poutres droites
Applications

b) Flambement

Formule d'EULER
Déformation de la pièce
Comparaison pour un acier doux, entre le taux de compression et le taux de flambage (formule de TETMAJER , de RANKINE)
Formules adoptées pour les règlements Français, méthode DUTHEIL
Applications

c) Cisaillement

Conditions idéales formules et lois
Conditions réelles
Applications

d) Sollicitations composées

Étudie de cas particuliers

e) Conclusion

Études d'applications propres à l'entreprise
Discussion sur les problèmes intéressant les stagiaires

Programme de formation

6) Calcul des Structures de Chaudronnerie

Durée 3 jours

Initier les stagiaires au calcul des structures chaudronnées à l'aide du CODAP (code de calcul des appareils à pression non soumis à l'action de la flamme)

Contenu :

- Objet et limites d'application du code
- Étude des groupes et du type de fluide
- Catégorie de risque des appareils à pression
- Catégorie de construction de l'appareil
- Contrainte nominale de calcul
- Étude des enveloppes cylindriques de section droite circulaire
- Étude des fonds bombés (elliptiques et torisphériques)
- Renforcement des ouvertures isolées
- Exercices d'application

Pré-requis : Connaissances de base en Résistance des Matériaux

Nota: Il est nécessaire que les stagiaires intéressés par ce module se procurent le CODAP Didactique auprès du S.N.C.T. (syndicat national de la chaudronnerie et de la tuyauterie industrielle) au 39-41 rue Louis Blanc 92400 COURBEVOIE (01.47.17.62.61)

Programme de formation

7) Codes de Calculs en Constructions Mécaniques et Métalliques

Durée 3 jours

Objet : Initier les stagiaires à la pratique des principaux codes de calculs en vigueur en France.

- Code CM66 : Code de calcul des constructions en acier
- Code NV65 : Code de calcul définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions .
- Code ALU : Code de calcul des charpentes en alliage d'Aluminium .
- Norme EUROCODES : Code européen de calcul des Structures
- Norme NF P 22 430 : Calcul des assemblages boulonnés
- Norme NF P 22 470 : Calcul des assemblages par soudures

Contenu :

- Détermination des coefficients de pondération des charges appliquées
- Calcul des structures à l'E.L.S (état limite de service)
- Calcul des structures à l'E.L.U (état limite ultime)
- Vérification des structures au flambage (à l'ELS et à l'ELU)
- Exercices d'application

Pré requis : Connaissances de base en Résistance des Matériaux.

Programme de formation

MÉCANIQUE

Durée 3 jours

I OBJECTIFS :

Donner aux stagiaires les bases nécessaires pour comprendre et étudier le fonctionnement d'un mécanisme, d'en établir le schéma cinématique, établir la loi entrée/sortie et de mener à bien des calculs liés à la CINEMATIQUE (vitesses et accélérations) et à la DYNAMIQUE (inerties ; couples et forces ; détermination d'un moteur, d'un frein ; notions d'équilibrage)

II PROGRAMME DETAILLÉ :

➢ ❶ MATHEMATIQUES APPLIQUÉES:

1 Vecteurs, bases orthonormées directes, repères galiléens
2. Opérations élémentaires sur les vecteurs
3. Produit scalaire
4. Produit vectoriel
5. Produit mixte et double produit vectoriel

➢ ❷ TORSEURS D'ACTIONS MÉCANIQUES :

1. Moment d'un vecteur en un point
2. Champ de vecteurs moments

MECANIQUE

3. Torseurs (définition, exemples, particularités)
4. Torseurs d'actions mécaniques
5. Torseurs distributeurs des vitesses d'un solide
6. Produit de 2 torseurs (puissance)

➢ ❸ LIAISONS USUELLES :

1. Définition, utilisation
2. Étude des liaisons usuelles et de leurs particularités
3. Application à la modélisation d'un système mécanique

➢ ❹ CONTACT RÉEL – FROTTEMENT :

1. Actions mécaniques intérieures et extérieures à un système mécanique
2. Actions à distance
3. Contact parfait
4. Contact réel (avec frottement)
5. Étude détaillée du frottement
6. Moments de frottement de roulement et de pivotement

➢ ❺ STATIQUE DU POINT ET DU SOLIDE :

1. Principe fondamental de la statique
2. Systèmes isostatiques, hyperstatiques et hypostatiques
3. Applications à des cas concrets

➢ ❻ CINÉMATIQUE DU POINT :

1. Trajectoires particulières (rectilignes, circulaires, hélicoïdales)
2. Vecteur position d'un point
3. Vecteur vitesse d'un point

MÉCANIQUE

4. Vecteur accélération d'un point
5. Équations horaires linéaires et angulaires
6. Études détaillées des MCUV – MCU – MRUV – MRU

➢ ❼ CINÉMATIQUE DU SOLIDE :

1. Solides indéformables
2. Torseur cinématique
3. Étude des mouvements plans
4. Equiprojectivité des vecteurs vitesse d'un solide
5. Composition des vecteurs vitesses en un point
6. Vitesse de glissement
7. Triangle des vitesses
8. Centre Instantané de rotation
9. Exemples d'utilisation

➢ ❽ DYNAMIQUE DU POINT ET DU SOLIDE:

1. Produits et moments d'inertie d'un solide
2. Principe fondamental de la Dynamique
3. Cas de la translation uniforme
4. Rotation autour d'un axe fixe
5. Équilibrage d'un rotor
6. Exemples d'utilisation

➢ ❾ ENERGÉTIQUE :

1. Travail
2. Puissance
3. Énergie Cinétique et Potentielle
4. Théorème de l'énergie cinétique

Programme de formation

RÉSISTANCE DES MATERIAUX niveau 2

Durée : 3 jours

I OBJECTIFS

Donner aux stagiaires des notions et des compléments de RESISTANCE DE MATERIAUX leur permettant de comprendre et d'interpréter les résultats obtenus avec un logiciel de calculs de structure par la méthode des ELEMENTS FINIS.

Initier les stagiaires aux principaux codes de calculs utilisés dans l'industrie.

II PROGRAMME DETAILLÉ:

➢ ❶ HYPOTHÈSES ET LOIS :

1. Buts de la RdM
2. Rappels sur l'essai de traction (R_e , E)
3. Coefficients de sécurité (en RdM classique et en codes de calculs)
4. Notions sur la fatigue et le fluage des matériaux
5. Calculs à la fatigue
6. Étude des poutres (géométrie , hypothèses fondamentales)
7. Matériaux (homogénéité , isotropie et continuité)
8. Actions mécaniques
9. Hypothèse de BARRE DE SAINT VENANT (régulation)
10. Hypothèse de NAVIER-BERNOULLI (sections droites)
11. Principe de superposition
12. Notions de contraintes
13. Sollicitations pures
14. Torseur intérieur

Société de Service d'Ingénierie et Centre de Formation Mitisciplinaire
315 Square des Champs-Élysées – 91026 Cedex
Tél 01.60.78.88.78 - Fax 01.73.72.97.79 E-mail :info@visuel.fr - Site Web visuel.fr

➢ ❷ TRACTION PURE :

1. Définitions
2. Contraintes
3. Déformations
4. Étude des concentrations de contraintes
5. Exercices d'application
6. Étude de la COMPRESSION PURE
7. Étude des phénomènes d'INSTABILITE ELASTIQUE (flambage – séversement et voilement) selon EULER et les codes CM66.
8. Applications en accord avec les principaux codes de calculs (CM66 –NV65 – CODES ALUMINIUM - CODAP – EUROCODES …)

➢ ❸ CISAILLEMENT PUR :

1. Introduction – Définitions
2. Essai de cisaillement
3. Contraintes
4. Sections réduites d'efforts tranchants
5. Exercices d'application

➢ ❹ TORSION PURE :

1. Définition
2. Essai de torsion
3. Étude des poutres cylindriques de révolution
4. Étude des moments quadratiques d'une section droite
5. Contraintes
6. Déformations
7. Calculs pratiques en rigidité pour éviter les vibrations de torsion
8. Exercices de synthèse
9. Cas des sections non cylindriques de révolution :

a. Sections ouvertes (plats et profilés usuels)
b. Sections fermées (tubes carrés et rectangulaires)

RESISTANCE DES MATERIAUX

➢ ❺ FLEXION PURE :

1. Définitions (flexion pure, simple, déviée, composée)
2. Rappels et compléments sur les moments quadratiques
3. Contraintes
4. Déformations
5. Calculs des flèches
6. Calculs pratiques en rigidité (règles de l'art)
7. Exercices d'application
8. Étude des systèmes hyperstatiques de degré 1 en flexion

➢ ❻ SOLLICITATIONS COMPOSÉES :

1. Principe de superposition
2. Critères de TRESCA et de VON-MISES
3. Étude de la flexion-compression (grenaillage et fatigue)
4. Étude de la torsion-flexion
5. Exercices d'application

➢ ❼ APPLICATIONS RÉELLES :

1. Rappels sur les liaisons usuelles
2. Rappels de statique
3. Détermination pratique du torseur de cohésion
4. Exercices pratiques

➢ ❽ ÉTUDES EXPÉRIMENTALES :

1. Jauges de déformation , rosettes , cercles de MOHR , application à l' EXTENSOMETRIE
2. PHOTOELASTICIMETRIE
3. ELEMENTS FINIS