

Ingénierie Thermique Haute Performance : Conception et Optimisation des Échangeurs Tubulaires Monophasiques

Lien : https://afrique-formation.com/formation/ingenierie-thermique-haute-performance-conception-et-optimisation-des-echangeurs-tubulaires-monophasiques

DURÉE
8 jours (56h)

RÉFÉRENCE
PGM478

CATÉGORIE
Intégrité, Inspection et Maintenance des Équipements

Afrique Formation

OBJECTIFS DE LA FORMATION

À l'issue de cette formation, vous serez capable de :

- Maîtriser les principes fondamentaux de la thermodynamique appliqués aux échangeurs tubulaires monophasiques
- Savoir naviguer et appliquer rigoureusement les standards TEMA et les recommandations API 660
- Être capable de réaliser un pré-dimensionnement rapide avec la méthode de Kern
- Maîtriser l'analyse fine des écoulements côté calandre via la méthode Bell-Delaware
- Savoir calculer avec précision les coefficients de transfert convectifs (corrélations Petukhov/Gnielinski)
- Être apte à évaluer et minimiser les pertes de charge côté tube et côté calandre
- Comprendre et prévenir les phénomènes de vibrations induites par l'écoulement (FIV)
- Savoir sélectionner les matériaux adéquats en fonction des fluides de procédé pétrolier
- Être capable de définir les facteurs d'encrassement réalistes pour éviter le surdimensionnement
- Acquérir les compétences pour optimiser le ratio coût/performance d'un échangeur
- Savoir diagnostiquer les sous-performances thermiques sur des installations existantes
- Comprendre l'impact des configurations géométriques (pas, arrangement) sur l'efficacité

POUR QUI ?

- Ingénieurs Procédés (Process Engineers) en charge du design et de la simulation
- Ingénieurs Mécaniques (Static Equipment Engineers) responsables des spécifications techniques
- Ingénieurs de Bureau d'Études travaillant pour des contracteurs EPC (Engineering, Procurement, Construction)
- Ingénieurs d'Exploitation et de Production sur sites pétroliers (Onshore/Offshore)
- Ingénieurs de Maintenance et Inspection souhaitant comprendre les causes de défaillance thermique
- Jeunes ingénieurs diplômés intégrant le secteur Pétrole et Gaz nécessitant une spécialisation
- Chefs de Projets techniques supervisant l'achat d'équipements statiques
- Fabricants d'échangeurs de chaleur souhaitant optimiser leurs propositions techniques

Afrique Formation

AFRIQUE FORMATION
La Référence en Afrique pour la Formation



Programme détaillé

1 / Fondamentaux du transfert thermique en phase unique

- Rappels sur les mécanismes de conduction et convection forcée
- Analyse des régimes d'écoulement laminaire et turbulent via le nombre de Reynolds
- Introduction aux concepts de résistance thermique et coefficient global d'échange

2 / Propriétés des fluides pétroliers et impact sur le design

- Détermination de la viscosité et densité aux températures de paroi et de masse
- Impact de la chaleur spécifique et de la conductivité thermique des hydrocarbures
- Utilisation des équations d'état pour les mélanges d'hydrocarbures complexes

3 / Standards et classification TEMA (Tubular Exchanger Manufacturers Association)

- Nomenclature TEMA pour les têtes frontales et arrières (Types AES, BEM, AEU)
- Distinction entre les classes R, C et B selon la sévérité du service
- Règles de conception mécanique et tolérances de fabrication standardisées

4 / Bilan thermique et force motrice de température

- Calcul du bilan enthalpique et de la charge thermique totale (Duty)
- Détermination de la différence de température logarithmique moyenne (LMTD)
- Calcul et application du facteur de correction F pour les écoulements non co-courants

Afrique Formation

5 / Dimensionnement thermique côté tubes (Corrélation de Petukhov et Gnielinski)

- Calcul du coefficient de transfert par convection interne pour fluides newtoniens
- Application de la corrélation de Gnielinski pour la zone de transition turbulente
- Correction de viscosité à la paroi selon la méthode de Sieder-Tate

6 / Dimensionnement thermique côté calandre : Méthode de Kern

- Détermination du diamètre équivalent et de la section de passage transversale
- Calcul du coefficient de transfert côté calandre selon l'approche simplifiée
- Évaluation de la perte de charge et de la vitesse massique avec la méthode de Kern

7 / Dimensionnement avancé côté calandre : Méthode Bell-Delaware

- Identification des courants de fuite A, C et E et du courant principal B
- Calcul des facteurs de correction J pour la configuration des chicanes et des tubes
- Estimation précise du coefficient de transfert réel en tenant compte des bypass

8 / Hydraulique et calcul des pertes de charge

- Calcul des pertes de charge par friction linéaire dans les tubes (Darcy-Weisbach)
- Évaluation des pertes de charge singulières dans les boîtes de distribution et buses
- Analyse de la perte de charge admissible côté calandre et optimisation des chicanes

9 / Gestion de l'encrassement (Fouling) dans le Pétrole et Gaz

- Sélection des facteurs d'encrassement selon les recommandations TEMA et API 660
- Analyse de l'impact du fouling sur le surdimensionnement de la surface d'échange
- Stratégies de conception pour minimiser les dépôts (vitesse minimale, température de peau)

10 / Analyse des Vibrations Induites par l'Écoulement (FIV)

- Identification des mécanismes d'instabilité fluide-élastique et de résonance acoustique
- Calcul de la vitesse critique (Cross-flow velocity) et vérification des critères TEMA

Afrique Formation

- Solutions anti-vibratoires : plaques de support additionnelles et disposition des tubes

11 / Sélection des matériaux et métallurgie

- Choix des alliages selon la corrosivité du brut (H2S, CO2, Chlorures)
- Utilisation des aciers carbone, inoxydables austénitiques et alliages de nickel
- Considérations sur la conductivité thermique des matériaux et l'épaisseur des tubes

12 / Géométrie des faisceaux et optimisation de l'espace

- Comparaison des arrangements de tubes : triangulaire (30°), carré (90°) et carré tourné (45°)
- Impact du ratio Pas/Diamètre (Pitch ratio) sur le transfert et la perte de charge
- Optimisation du diamètre de calandre et du nombre de passes côté tubes

13 / Optimisation technico-économique du design

- Analyse du compromis entre coûts d'investissement (CAPEX) et coûts opératoires (OPEX)
- Méthodologie pour maximiser le coefficient de transfert sous contrainte de perte de charge
- Stratégies pour réduire l'encombrement et le poids des échangeurs sur plateforme

14 / Études de cas pratiques et dépannage opérationnel

- Simulation d'un refroidissement de brut par de l'eau de mer avec contraintes strictes
- Diagnostic de performance d'un échangeur existant ne répondant pas aux spécifications
- Procédures de nettoyage et maintenance préventive pour maintenir l'efficacité thermique

Afrique Formation

Approche pédagogique

- Support Ecrit et Projection
- Exposés Interactifs, Podcasts et Vidéos
- Brainstorming et Jeux de Rôle
- Mises en Situation pour faciliter l'assimilation
- Cas Pratiques et Labs inclus pour leur impact opérationnel
- Test de Validation des Acquis des Connaissances

Prochaines dates programmées

23 Nov. au 02 Déc. 2026	Présentiel - Casablanca
18 au 27 Jan. 2027	Présentiel - Casablanca
15 au 24 Mars 2027	Présentiel - Casablanca
10 au 19 Mai 2027	Présentiel - Casablanca
05 au 14 Juil. 2027	Présentiel - Casablanca

Autres dates possibles sur demande. Contactez-nous pour organiser une session intra-entreprise.

Réservation & Renseignements

Téléphone : +212 522 247 210
Email : contact@afrique-formation.com
Web : https//www.afrique-formation.com

Afrique Formation — Tous droits réservés