

Programme session théorique tronc commun

Le niveau de connaissance des différents chapitres doit augmenter progressivement en passant du Niveau 1 jusqu'au niveau 4 pour se conformer aux niveaux de compétence définis à l'article 4 de la norme EN ISO 15257 :2017 et aux tâches définies dans le programme de la session pratique.

Description de la connaissance
Électricité en rapport avec l'application de la PC et les mesurages
Corrosion, électrochimie et revêtements en rapport avec la PC
Théorie, principes et critères de la PC
Exigences liées à l'application de la PC
Méthodes d'application de la PC, anodes galvaniques, courant imposé
Mesurages et procédures de contrôle de la PC
Pertinence des erreurs dues au gradient de potentiel et influence sur le mesurage du potentiel structure/électrolyte
Facteurs influençant la sélection correcte des électrodes de référence pour les mesurages de potentiel
Effets d'une PC excessive sur les revêtements, aciers à haute résistance et alliages résistants à la corrosion
Diagnostiques des systèmes de PC
Conditions d'interférences (en courant alternatif et en courant continu)
Normes et recommandations pratiques dans le secteur d'application concerné

Les connaissances à connaître afin de satisfaire aux descriptions définies dans le tableau ci-dessus pour une préparation à la certification de niveau 1 Mer portent sur :

Electricité en rapport avec l'application de la PC et les mesurages

- Courant continu
 - o Notion de circuit, sens conventionnel du courant
 - o Différence de potentiel, intensité du courant, loi d'Ohm
 - o Générateurs de courant continu, piles, autres sources
- Mesures et matériels de mesure
 - o Tension, intensité, résistance
 - o Multimètres, impédance d'entrée et son influence sur la mesure
 - o Notions de courant électrique continu et de densité de courant
- Protection électrique, sécurité
 - o Sécurité électrique des personnes lors des interventions (protections individuelles, outils isolants)

Corrosion, électrochimie et revêtements en rapport avec la PC

Terminologie

- Atomes, électrons, ions, réactions chimiques
- Notions conducteurs électroniques et conducteurs ioniques
- Notions de résistivité
- Métaux
- Réactions d'électrodes
 - Anode, cathode, électrode
 - Potentiel d'électrode et électrodes de référence
 - Notion de série galvanique
 - Notions sur la loi de Faraday
- Les milieux électrolytiques
 - Les milieux spécifiques : Les eaux naturelles, l'eau de mer, les sols, le béton
- Les métaux et alliages
 - Généralités sur les grandes familles de matériaux métalliques industriels concernés par la protection cathodique
- La corrosion
 - Définition
 - Mesure du potentiel d'électrode d'un métal dans un électrolyte
 - Notions de passivation
- Modes de corrosion
 - Corrosion généralisée
 - Corrosions localisées
 - Corrosion par les courants continus vagabonds,
- Vitesse de corrosion
 - Notions et unités

Revêtements

- Rôles des revêtements
 - Revêtement complétant la protection cathodique
- Propriétés principales des revêtements
 - Risques de corrosion sous revêtements non adhérents à l'acier (maintien de l'adhérence)
- Les effets défavorables de la protection cathodique
- Contrôle de l'isolation électrique des revêtements

Théorie, principes et critères de la PC

- Définitions et principes de base
- Critères de protection des aciers dans différents milieux
- Méthodes de protection cathodique :
 - Système à courant imposé
 - Système par anodes galvaniques

Programmes d'examens

Niveau 1 – Secteur Mer

Exigences liées à l'application de la PC

- Mise en place d'une protection passive
- Isolation de la structure à protéger vis-à-vis d'autres structures

Méthodes d'application de la PC, anodes galvaniques, courant imposé

- Système de protection par anodes galvaniques
 - o Matériaux anodique (potentiel à vide et en charge)
- Système de protection par courant imposé
 - o Anodes à courant imposé : Matériaux utilisables
 - o Critères de choix du matériau des anodes dans les principaux milieux électrolytiques
 - o Différents types de poste de protection à courant imposé, à tension imposée, asservi utilisant une électrode de référence pilotée
- Matériels connexes : Câbles, raccords isolants, prises de potentiel

Mesurages et procédures de contrôle de la PC

- Appareillage
 - o Mesure de tension
 - o Mesure de courants continus ou alternatifs : Ampèremètre, utilisation de shunts, pinces ampérométriques A.C et D .C
 - o Vérification des électrodes de référence et de mesure par rapport à une électrode étalon
 - o Suivi métrologique des appareils de mesure et de contrôle
 - o Témoins (coupons) métalliques, associés ou non à une électrode de référence
 - o Chronorupteurs
- Mesure de potentiel
 - o Mesures à courant établi, ponctuelles ou avec enregistrement
 - o Notion de chute ohmique liée due à l'emplacement de l'électrode de référence par rapport à la surface métallique contrôlée
- Mesures d'intensité et de densité de courant
 - o Mesure du sens et de l'intensité d'un courant circulant dans un ouvrage
 - o Détermination des densités de courant sur ouvrages ou témoins métalliques. Facteurs influençant les résultats
- Mesures diverses
 - o Mesure de la résistivité d'un électrolyte

Pertinence des erreurs dues au gradient de potentiel et influence sur le mesurage du potentiel structure/électrolyte

Non abordé

Facteurs influençant la sélection correcte des électrodes de référence pour les mesurages de potentiel

Connaitre :

- Les électrodes de référence et électrodes de mesure employées en fonction des différents milieux
- Les facteurs influençant la mesure
 - o influence des chlorures
 - o influence de la température
 - o influence de la lumière

Effets d'une PC excessive sur les revêtements, aciers à haute résistance et alliages résistants à la corrosion

Non abordé

Diagnostics des systèmes de PC

Non abordé

Conditions d'interférences

- Citer les différentes sources d'interférence (continues) et les risques de corrosion associés

Normes et recommandations pratiques dans le secteur d'application concerné

Connaitre l'objet des normes suivantes :

- EN ISO 15257 :2017 Protection cathodique — Niveaux de compétence des personnes en protection cathodique — Base pour un dispositif particulier de certification
- Normes principales liées à la pratique de la PC dans le secteur d'application concerné.

Programme session théorique sectorielle Mer

Corrosion et matériaux

- L'eau de mer, les eaux saumâtres, salinité, composition chimique, résistivité et conductibilité
- Le fond marin, résistivité, présence de bactéries
- Les principaux métaux et alliages utilisés en eau de mer
- Ordre de grandeur des potentiels des principaux métaux et alliages en eau de mer
- Corrosion en milieux maritimes
 - o Ordre de grandeur de la vitesse de corrosion de l'acier au carbone en fonction des différentes zones d'exposition
 - o Corrosions localisées des aciers inoxydables (piqûres, corrosion caverneuse)

Théorie générale de la protection cathodique

- Electrodes de mesure utilisées en eau de mer, vérification
- Critères de protection exprimés avec ces électrodes, correspondances
- Densité de courant de protection cathodique en eau de mer et fond marin
- Prise en compte des revêtements

Systèmes de protection cathodique

- Systèmes de protection par anodes galvaniques utilisés sur les ouvrages en mer
 - o Matériaux anodiques les plus utilisés, principales caractéristiques, consommation massique pratique, potentiel, critères de choix
 - o Principaux exemples (ports, navires, ouvrages offshore, pipelines immergés, etc...)
- Systèmes de protection par courant imposé utilisés en mer
 - o Anodes à courant imposé les plus utilisées (Titane platiné, Titane MMO, etc...) et principales caractéristiques
 - o Principaux exemples (ports, navires, ouvrages offshore, pipelines immergés, etc...)

Techniques de mesures – appareillage

- Appareillage utilisé en mer, matériel spécifique aux mesures subaquatiques
 - o Mesure de potentiel à partir de la surface avec des électrodes mobiles déplacées par scaphandrier, engin téléguidé (ROV) ou en immersion libre
 - o Mesure de potentiel à partir de la surface avec des électrodes fixes de monitoring
 - o Mesure de potentiel à l'aide d'un appareil autonome (« pistolet ») opéré par scaphandrier ou engin téléguidé (ROV)
- Mesures de courant en surface (câbles d'alimentation d'anodes à courant imposé) par shunts ou pince ampérométrique
- Mesures subaquatiques de courant sur câbles d'alimentation d'anodes à courant imposé ou dans supports d'anodes galvaniques à l'aide de pince ampérométrique marinisée
- Spécificités des mesures sur ouvrages longilignes (pipelines immergés)
 - o Mesure du potentiel par fil déroulé
 - o Mesure de potentiel avec électrode « à l'infini »
 - o Mesure de gradients de potentiel rapprochés
- Mesure de la résistivité d'un électrolyte et mesure de résistance

Revêtements

- Les rôles des revêtements appliqués sur les ouvrages à la mer
- Types de revêtements utilisés sur les ouvrages compacts en mer (ouvrages portuaires, navires)
- Types de revêtements utilisés sur les ouvrages longilignes en mer (pipelines, « risers »)
- Propriétés principales des revêtements utilisés sur ouvrages en mer
 - o Endommagements d'origine mécanique
 - o Effets de la protection cathodique

Programme session pratique

Tâches à accomplir pour une compétence d'un niveau 1 pour tous les secteurs d'application

- Vérification de la validité de l'étalonnage du matériel de mesure et de contrôle de la PC fondée sur la documentation
- Mesurage du potentiel structure/électrolyte
- Réalisation du contrôle de vérification de l'électrode de référence portable de travail par rapport à une électrode maîtresse de même type fondée sur le mesurage
- Identification d'une polarité incorrecte du système de PC par mesurage du potentiel structure/électrolyte
- Enregistrement et consignation des résultats des mesures dans un format compréhensible
- Mesurage du courant et de la tension dans le circuit de PC
- Réalisation des travaux de maintenance de base sur les systèmes de PC
- Inspection et mesurage du débit de courant et de la tension de sortie de l'alimentation en courant continu
- Inspection et maintenance des connexions de sortie de l'alimentation en courant continu si elles sont accessibles sans exposer les personnes directement à l'équipement en courant alternatif
- Vérification de la tension et du débit de courant de l'alimentation en courant continu à l'aide d'un mesureur portable étalonné
- Garantie du respect des exigences de sécurité relatives à l'application de la PC dans le secteur d'application, pour la tâche et le niveau de compétence
- Réalisation de l'évaluation des risques pour les exigences de sécurité relatives à l'application de la PC dans le secteur d'application, pour la tâche et le niveau de compétence
- Réglage du matériel de mesure et de contrôle et vérification des réglages

Tâches à accomplir pour une compétence d'un niveau 1 pour le secteur Mer

- Mesurage du potentiel structure/électrolyte en eau de mer depuis la surface à l'aide d'une électrode de référence portable
- Mesurage du potentiel structure/électrolyte en eau de mer depuis la surface à l'aide de systèmes de surveillance (électrodes de référence permanentes et liaison par câbles ou transmission acoustique)
- Mesurage du potentiel structure/électrolyte en eau de mer à l'aide d'une électrode de référence portable reliée à un système de mesure en surface
- Mesurage du potentiel structure/électrolyte en eau de mer à l'aide d'un dispositif de mesure combiné comprenant une électrode de référence, un voltmètre et une pointe de contact
- Mesurage du débit de courant des anodes depuis la surface à l'aide de systèmes de surveillance (anodes instrumentées et liaison par câbles ou transmission acoustique)
- Mesurage du débit de courant des anodes montées sur support à l'aide d'un mesureur sous-marin à pince
- Mesurage du courant et de la tension dans le circuit de PC
- Inspection et mesurage du débit de courant et de la tension de sortie des sources de courant continu
- Inspection et maintenance des connexions de sortie des sources de courant continu et vérification de la polarité
- Vérification de la tension et du débit de courant des sources de courant continu à l'aide d'un mesureur portable étalonné