

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 |
| Diagnostics 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 (continus) 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)

Programmes d'examens

Niveau 1 – Secteur Mer

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

Programmes d'examens

Niveau 1 – Secteur Mer

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