

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 Béton 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 Béton

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 Béton

Corrosion et matériaux, béton armé, armatures, réparation

- Le béton armé et précontraint : ses fonctions,
- Le béton et ses composants : ciments, granulats
- Les classes d'exposition (EN 206) et conséquences
- Dégradation chimique, alcali-réaction et réactions sulfatiques
- Caractéristiques physicochimiques des bétons : porosité, pH, résistivité, perméabilité
- La corrosion des armatures : carbonatation, chlorures, l'enrobage des armatures
- Méthodes générales de prévention de la corrosion des armatures (selon EN 1504), armatures spéciales (galvanisé, aciers inoxydables), inhibiteurs, revêtements sur béton.
- Réparation des ouvrages : préparation de surface, reconstitution de la section d'armatures, selon NF 95-101 et NF 95-103

Programmes d'examens

Niveau 1 – Secteur Béton

- Produits de réparation, mise en œuvre (béton projeté) et compatibilité avec la Protection Cathodique

Théorie générale de la protection cathodique

- Electrodes de référence, de comparaison et de mesure employées pour le béton armé : externes, noyées,
- Méthodes de protection cathodique : courant imposé, anodes galvaniques

Systèmes de protection cathodique pour le béton armé

- La norme NF EN/ISO 12696
- Evaluation des structures
- Notion d'ensembles anodiques : de surface, noyés dans la structure
- Systèmes à courant imposé : types d'anodes, matériaux, dispositions constructives, câbles
- Systèmes par anodes galvaniques : types d'anodes, dispositions constructives

Techniques de mesures – appareillage

- Vérification de la localisation des armatures et mesurage de leur enrobage
- Mesurage de tension et du potentiel, appareillage nécessaire
 - Importance de la vérification des appareils de mesure, « chaîne qualité »
 - Vérification des électrodes de mesure
 - Raccordements électriques
 - Importance de la position de l'électrode de mesure

Connaissance des normes, des procédures et de la certification en protection cathodique

Normes : NF EN/ISO 12696, TS 14038-1 et 2, NF EN 206, NF EN 1504, NF P 95-101, NF P 95-103, NF EN 15257, EN 13509

Recommandations PCRA 008 (Recommandations pour la définition des appareils de mesures utilisés en protection cathodique) et PCRA 005 (Recommandations pour la vérification des électrodes de référence)

Guides anodes galvaniques Cefracor : « *Anodes galvaniques pour le traitement de la corrosion des armatures des constructions en béton* »

Programme session pratique

Programmes d'examens

Niveau 1 – Secteur Béton

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 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 relative 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 Béton

- Mesurage du potentiel naturel acier/béton dans le béton
- Réalisation de cartographie de potentiel avec électrode de référence (potentiel naturel à intervalles rapprochés)
- Détermination de l'emplacement des armatures à l'aide d'un mesureur d'enrobage