

Service Hivernal

Les fondants routiers

Détermination du caractère corrosif des fondants routiers sur les métaux utilisés dans le domaine routier.

Analyse : Cette méthode d'essai a pour objet de définir les conditions opératoires pour la détermination rapide de la vitesse de corrosion d'un métal au contact d'un fondant routier.

Référence : Manuel "Potentiostat PGP201 de Tacussel/Radiometer, piloté par le logiciel Volta Master 1".

Modifications

Corrections

1) Objet

La présente méthode d'essai a pour objet de définir les conditions opératoires de détermination de la vitesse de corrosion d'un métal au contact d'un fondant routier.

2) Domaine d'application

La présente méthode d'essai s'applique à tous les fondants :

- liquides
- solides miscibles dans l'eau.

3) Référence normative :

4) Symboles, abréviations et définitions

E_{cor} : Potentiel de corrosion exprimé en millivolt (mV). Il dépend :

- du métal
- du fondant et de sa concentration

i_{cor} : Densité de courant de corrosion exprimée en ampère (A)

PE : Poids équivalent du métal à étudier du masse atomique/valence en g

D : Masse volumique du métal

327 : Année convertie en secondes (31536000 s) divisé par 96497,8 coulombs

96497,8 : 1 faraday = 96497,8 coulombs

10^4 : Transformateur V_{cor} (cm/an) en V_{cor} ($\mu\text{m}/\text{an}$)

R_p : Résistance de polarisation en ohms.cm²

B : Exprimé en volt est donné par la relation :

$$B = \beta_a * \beta_c / 2.3 * (\beta_a + \beta_c)$$

Avec β_a : coefficient de TAFEL anodique

Et β_c : coefficient de TAFEL cathodique

Pour le fer et le zinc B est compris entre 17.4 et 26.1

Et pour l'aluminium B est compris entre 13 et 17.4

V_{cor} : Vitesse de corrosion du métal exprimée en micromètre par an

Elle se calcule à partir de l'expression mathématique suivante :

$$V_{corr} = \frac{i_{corr} \times PE \times 10^4 \times 327}{D}$$

dans laquelle $i_{corr} = B/R_p$

5) Les métaux de référence

Les métaux de référence sont :

- l'acier non allié (qualité courante E 36-4 selon norme NF EN 10 025)
- le zinc non allié (qualité courante selon norme NF A 55 101)
- l'aluminium non allié (qualité courante 99,5 % d'Al Prolabo).

6) Les fondants

6.1) Identification

Il sera caractérisé par la nature du principe chimique actif (ou à défaut par sa dénomination commerciale) et par sa concentration, exprimée en pourcentage, représentant la quantité P en grammes de principe chimique actif (ou par défaut du produit commercial) pour (100-P) grammes d'eau.

6.2) Concentration du fondant testé

La corrosivité du fondant, pour un métal, sera étudiée à partir de trois dilutions :

- par rapport à la solution *nominale* vendue prête à l'emploi par le fabricant ou à la concentration nominale recommandée par le fabricant s'il s'agit d'un solide,
- par rapport à une solution diluée contenant 50 grammes de la solution *nominale* et 50 grammes d'eau,
- par rapport à une solution diluée contenant 10 grammes de la solution *nominale* et 90 grammes d'eau.

7) L'appareil de mesure

7.1) Identification

L'appareil utilisé est un potentiostat galvanostat RADIOMETER PGP201 à générateur de signaux incorporés. Il est géré par le logiciel VOLTAMASTER1. Il se compose d'une cellule à électrolyse (voir schéma en annexe A) comprenant :

- une électrode de référence TACUSSEL XS 100
- une électrode auxiliaire TACUSSEL XM 100
- une électrode de travail

8) Température d'essai

Les essais sont réalisés à la température ambiante : $T_a = 20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

8) Mode opératoire

- procéder à la dilution désirée du fondant (procédure annexe B2),
- saturer la solution en oxygène (procédure annexe B3)
- verser le fondant dans la cellule d'électrolyse,
- préparer les électrodes (procédure annexe B1),
- positionner les électrodes dans la cellule d'électrolyse (voir schéma annexe A) ,

- paramétrer le logiciel de suivi du potentiel,
- dans le programme proposé par le logiciel VOLTAMASTER 1 – Mesures, choisir les séquences suivantes :

Attente - Résistance de polarisation

- introduire les instructions de mesure suivantes :
 - * Séquence *Attente*: à la valeur du potentiel libre, pendant 5 min
 - * Séquence *Résistance de polarisation* : Vitesse de balayage : 10 mV/min
 Amplitude : 20 mV
 Nombre cycles : 35
 Attente entre cycles : 5 s
- lancer l'essai,
- exploiter les résultats

Le logiciel affiche dans la partie gauche de l'écran une courbe de voltamétrie $i = f(E)$, qui lui permet de calculer la résistance de polarisation du cycle en cours. Les résistances de polarisation successives sont reportées dans un graphique $R_p = f(t)$, à droite de l'écran.

Il peut y avoir deux types de courbes $R_p = f(t)$:

- soit une courbe présentant un palier, dans ce cas la résistance de polarisation globale correspond à la moyenne des points de ce palier
- soit une courbe à évolution lente, dans ce cas la résistance de polarisation correspond à la valeur de fin de manipulation

9) Procès-verbal d'essai

Le procès-verbal d'essai doit faire référence à la présente méthode d'essai et comporter :

- la référence du fondant testé,
- les résultats d'essai,
- les incidents susceptibles d'avoir agi sur les résultats.

ANNEXE A

DISPOSITIF D'ESSAI

A1 CELLULE A ELECTROLYSE (voir schéma ci-après)

La cellule est un vase transparent en polypropylène de diamètre intérieur $\Phi = 45$ mm et hauteur = 60 mm, dans le fond duquel est réalisé un trou circulaire de 330 mm de diamètre.

La base du vase est fileté extérieurement pour lui permettre de recevoir un bouchon en laiton constitué d'un cylindre taraudé et fileté. L'échantillon du métal à étudier est disposé dans le fond du bouchon de laiton. Par vissage de ce dernier, il obture le trou circulaire à la base du vase. Ce bouchon est relié électriquement au potentiostat.

Un joint torique en Téflon, de diamètre légèrement supérieur à celui du trou, logé dans un épaulement réalisé sur la face extérieure du fond du vase, permet d'assurer l'étanchéité et délimiter une surface de métal constante en contact avec l'électrolyte.

La cellule comporte un couvercle emboîtable, percé de deux trous qui permettent de positionner électrode de référence et électrode auxiliaire perpendiculairement à l'électrode de travail.

A2 LES ELECTRODES

A.2.1/ - L'électrode de référence TACUSSEL XS100

C'est une électrode à calomel, saturée en KCl, dont le potentiel à 25°C par rapport à l'électrode normale à hydrogène est de + 241 mV. Cette électrode sert à mesurer le potentiel du métal (électrode de travail) dans les conditions de l'essai.

A.2.2/ - L'électrode auxiliaire TACUSSEL XM100

C'est une électrode à fil de platine. Cette électrode est au même potentiel que l'électrode de référence. Le courant de la pile constituée par l'ensemble électrodes-électrolyte circule entre l'électrode de travail et l'électrode auxiliaire alors que l'électrode de référence ne débite pas de courant.

A.2.3/ - L'électrode de travail

Elle est constituée d'un carré de 30*30*11 mm, 1 mm d'épaisseur pour acier et zinc et 0.5 mm pour aluminium, découpé dans une tôle du métal à étudier qui constitue le fond de la cellule à électrolyse.

A3 LOGICIEL DE PILOTAGE VOLTAMASTER

Le logiciel VOLTAMASTER 1 nécessite un micro-ordinateur IBM-PC dont la configuration est la suivante :

- Mémoire vive 2 Mo
- Microsoft Windows 3.1
- Microprocesseur 386
- Interface série RS232C COM1 pour le raccordement du potentiostat
- Interface parallèle LPT1 ou série COM2 pour l'imprimante
- Carte graphique VGA couleur.

Il assure deux fonctions :

- Fonction "mesures" :
 - * il gère les potentiels imposés et trace la courbe " $R_p = f(t)$ " à partir des voltamétries successives.
- Fonction "traitement des données" :
 - retraitement de la courbe " $R_p = f(t)$ "

ANNEXE B

B1 TRAITEMENT DES ELECTRODES ET ACCESSOIRES

B.1.1/ - Electrode de travail

La surface du métal de l'électrode de travail doit subir d'abord un traitement mécanique puis un traitement chimique de telle sorte qu'elle soit parfaitement polie et dégraissée.

B.1.1.1/ - Traitement mécanique

La surface qui sera en contact de l'électrolyte doit être traitée si besoin est, à la rectifieuse.

Puis elle sera poncée à l'aide de la ponceuse à axe de rotation verticale équipée de disques à grains de plus en plus fin jusqu'au grain final de 60 µm.

Si plusieurs essais successifs sont réalisés sur la même surface, un ponçage devra être réalisé avant chaque nouvel essai de telle sorte que l'état de surface initial soit rétabli.

B.1.1.2/ - Traitement chimique

Afin d'éliminer toute trace de graisse ou de matière étrangère susceptible de modifier la surface active du métal, cette surface sera lavée au perchloréthylène, essuyée avec un papier de cellulose absorbante, puis rincée à l'acétone et de nouveau essorée avec un papier absorbant.

Pendant les opérations de lavage et jusqu'à la mise en place de la lame de métal dans la cellule de travail, la lame devra être tenue à l'aide de pinces brucelles positionnée dans un secteur qui ne sera pas en contact avec l'électrolyte.

Le contact de la surface avec les doigts est à proscrire.

B.1.1.3/ - L'électrode de référence TACUSSEL KS100

Après une série de cinq essais, laver à l'acide nitrique dilué la face interne du bouchon en contact avec l'électrode de travail afin d'éliminer les oxydes qui auraient pu se déposer.

B.1.2/ - Traitement des autres électrodes

Consulter la notice d'entretien spécifique, fournie avec chaque électrode par le constructeur.

N.B. : La qualité de l'état de surface des électrodes, et notamment des électrodes de travail, est une condition *sine qua non* de reproductibilité des résultats de mesures électrochimiques.

B2 DILUTION DU FONDANT

Pour obtenir un fondant à la dilution X % :

- placer un vase *bêcher* sur le plateau d'une balance,
- introduire dans le *bêcher* X grammes du fondant (solide ou liquide),
- compléter avec de l'eau distillée pour obtenir 100 g de solution,
 - faire fondre et mélanger en imprimant manuellement un mouvement de rotation au *bêcher*.

B3 SATURATION DES SOLUTIONS EN OXYGENE

Les solutions sont saturées en oxygène par bullage d'air comprimé pendant une durée minimale de 4 heures.

B4 PRINCIPE DE LA DETERMINATION DU COURANT DE CORROSION

L'essai consiste à tracer la courbe la résistance de polarisation à l'équilibre à partir de la courbe $R_p = f(t)$ déduite des courbes *densité de courant-potentiel*, d'une pile électrochimique dont l'électrolyte est une solution du fondant à étudier, et les électrodes respectivement :

- un échantillon du métal dont on veut connaître le comportement vis à vis du fondant (électrode de travail),
- une électrode à fil de platine (électrode auxiliaire pour la mesure de la densité de courant).

Le tracé de la courbe $R_p = f(t)$ permet ainsi de calculer la vitesse de corrosion en micromètres par an.