CERAMINFO
LA LETTRE D'INFORMATION DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CÉRAMIQUE
SFC

MAI 2023 #27

Au Sommaire

- Étude des interfaces céramiques-métal pour le développement de nouveaux matériaux
- Nouveautés
- Normalisation
- Formations

Étude des interfaces céramique-métal pour le développement de nouveaux matériaux

Antoine COULON

Ces travaux ont été engagés par la SFC et ICAR-CM2T, avec le soutien de Bpifrance dans le cadre du Programme d'Investissements d'Avenir, et visent à accroître l'expertise du laboratoire sur la maîtrise de la fabrication de matériaux céramiques/métalliques afin d'apporter de nouvelles solutions à des secteurs en plein développement de nouveaux produits. Les résultats présentés portent sur la caractérisation de l'accord entre le substrat et l'émail en fonction des différentes

propriétés des matériaux et des conditions de fabrication. Les phénomènes physico-chimiques se produisant aux interfaces entre un émail céramique et un substrat métallique ont été identifiés et reliés aux propriétés mécaniques et aux résistances à des contraintes thermiques, mécaniques ou chimiques.

Contexte

Dans de nombreuses applications industrielles, le dépôt d'un émail céramique sur un substrat mécanique confère aux pièces des propriétés de résistance à certaines contraintes spécifiques, permettant ainsi d'accroître leur durée de vie et de réduire le risque de défaillance. Or, les métaux et les céramiques présentent des propriétés assez différentes, rendant complexe la maîtrise de la qualité des pièces, en particulier au niveau des interfaces entre l'émail et le métal. Ainsi, une étude a été initiée par le Laboratoire visant la compréhension des phénomènes se produisant aux interfaces entre un substrat métallique et un émail céramique afin d'en maîtriser l'accord.

Étude

Cette étude a été réalisée sur trois natures de substrats métalliques (un acier standard, un acier à bas taux de carbone et une fonte grise lamellaire) sur lesquels ont été déposés différents émaux céramiques. La préparation et le dépôt de ces émaux ne nécessitent pas d'adapter le matériel utilisé pour l'émaillage des céramiques, avec une rhéologie comparable et des épaisseurs de dépôt visées de l'ordre de 100 à 300 µm.

La fabrication des assemblages ayant un bon accord entre le substrat et l'émail a pu être réalisée avec succès. Des analyses non destructives d'excitation par impulsion et des essais destructifs d'arrachement ont permis de qualifier la qualité de l'accroche de l'émail (Figure 1), et de caractériser la présence des défauts comme des microfissures ou des décollements. L'essai d'arrachement permet d'identifier les axes d'amélioration des propriétés mécaniques des assemblages entre la résistance mécanique du dépôt (rupture cohésive) et celui de l'interface entre le revêtement et le substrat (rupture adhésive). L'importance des propriétés de surface du substrat, en particulier la rugosité, pour optimiser l'adhérence de l'émail a ainsi pu être démontrée, ainsi que la possibilité de déposer une sous-couche intermédiaire pour faciliter l'accroche de certains émaux.

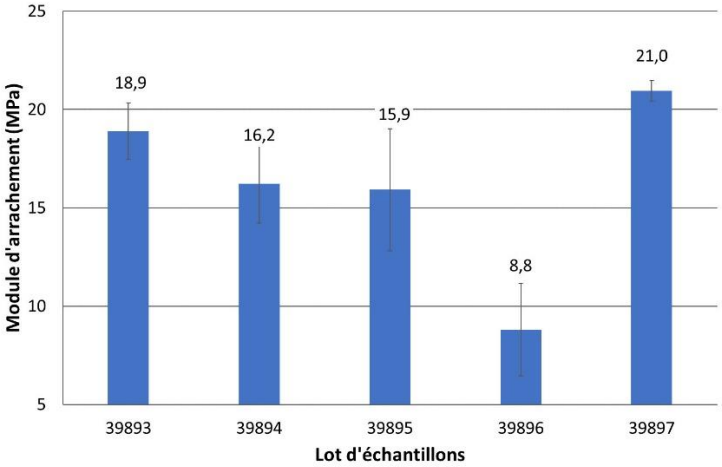


Figure 1 : résultats des tests d'arrachement

Des études microstructurales ont permis d'approfondir la compréhension des mécanismes mis en jeu pour optimiser l'accroche d'un émail sur un substrat métallique par la mise en évidence de réactions chimiques conduisant à la formation de plusieurs couches intermédiaires à l'interface céramique / métal (Figure 2, haut). Certaines de ces couches, comme la phase d'oxyde de fer, peuvent constituer une faiblesse dans la résistance mécanique des assemblages, facilitant la propagation de fissures (Figure 2, bas). Les réactions chimiques se produisant aux interfaces dépendent de la nature du substrat, impliquant une adaptation de la composition chimique des émaux.

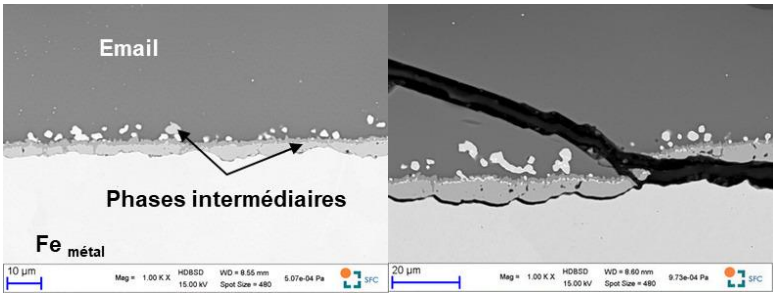


Figure 2 : clichés MEB d'une interface céramique / métal (haut) et d'une zone de propagation d'une fissure (bas)

Le dépôt des émaux donne aux substrats métalliques une résistance aux attaques chimiques par un acide fort, une base forte, ainsi qu'une meilleure résistance aux chocs thermiques que celles des pièces céramiques émaillées. L'état de surface, les résistances chimiques et mécaniques des assemblages peuvent être maitrisés par un ajustement de la composition chimique de l'émail et par les paramètres de cuisson.

Perspectives

Ces travaux ont permis de mieux comprendre les phénomènes physico-chimiques conduisant à une bonne adhérence d'un émail céramique sur un substrat métallique. Les connaissances pourront être appliquées lors de l'évaluation de la maîtrise des procédés de production des céramiques, des réfractaires, des assemblages ou de matériaux à surface fonctionnalisée. Cette étude offre de nouvelles perspectives dans le développement de solutions innovantes pour les industriels, que ce soit pour apporter les propriétés spécifiques recherchées aux pièces, ou pour le diagnostic des causes des pathologies touchant les produits en service.

Antoine COULON

Ingénieur de recherche - Département R&D

01 56 56 70 73 - coulon.sfc@ceramique.fr

NOUVEAUTÉS

ESSAI MICRO-ONDE : Un nouvel essai sur l'aptitude des articles culinaires métalliques à passer au four micro-ondes selon la norme française NF D21-314 est ajouté au catalogue 2023 (voir Ceraminfo n°25 pour plus de détails sur le développement de cet essai).

Retrouvez les principales prestations du laboratoire Art de la table

Catalogue 2023

Sarra ATIG

Responsable des essais Art de la table

01.56.56.70.07

atig.sfc@ceramique.fr

NORMALISATION

Actualités du Bureau de Normalisation de la Céramique (BNC)

Travaux en cours

Commission B40E « Produits réfractaires »

La série NF EN ISO 21068 et les normes NF EN ISO 14719 et ISO 16206 sur les analyses chimiques des réfractaires sont actuellement en cours de révision au niveau européen et international. Les textes sont encore en discussion au sein du groupe de travail.

La révision du projet de norme ISO 20182 "Préparation d'éprouvettes réfractaires — Panneaux réfractaires pour gunitage au pistolet mélangeur pneumatique" est actuellement en relecture pour avis auprès des membres permanents du comité.

Commission D10A « Appareils sanitaires »

Au niveau français, la commission travaille sur la révision de la norme NF D11-130 « Appareils sanitaires - Produits en matériaux émaillés pour collectivités ». Une enquête publique sera lancée en 2023-2024 afin de confirmer les modifications prévues par les experts.

Au niveau européen, les experts du groupe de travail européen WG3&4 révisent la norme NF EN 14527 « Receveur de douche à usage domestique ».

Commission P61A « Carreaux céramiques »

Le groupe de travail WG1 du comité international travaille sur l'écriture de la partie 22 de la série ISO 10545, intitulée « Ceramic Tiles – Part 22 : Determination of resistance to wear with a multi-attribute method ».

Le projet de norme ISO 17889-2 « Systèmes de carreaux céramiques - Durabilité des carreaux céramiques et des matériaux de pose — Partie 2: Spécification pour les matériaux de pose de carreaux » a été envoyé aux experts du comité pour approbation avant publication.

Publications

Commission D10A « Appareils sanitaires »

NF D14-508 «Appareils sanitaires - Résistance des surfaces émaillées aux agents chimiques domestiques et aux taches - Méthode d'essai» (10/2022)

Commission P61A « Carreaux et dalles céramiques »

NF EN 13888-1 «Mortiers de jointoiement pour carreaux et dalles céramiques - Partie 1 : exigences, classification, désignation, marquage et étiquetage» (12/2022)

NF EN 13888-2 «Mortiers de jointoiement pour carreaux et dalles céramiques - Partie 2 : méthodes d'essai» (12/2022)

Vous souhaitez être au courant des futures enquêtes publiques ? Créez un compte sur Norminfo

Devenez acteur de la normalisation française dans le domaine des céramiques

EN SAVOIR PLUS...

Renseignements :

Virginie BOUVET - Directrice adjointe du BNC

01 56 56 70 76 - bouvet.sfc@ceramique.fr

FORMATION

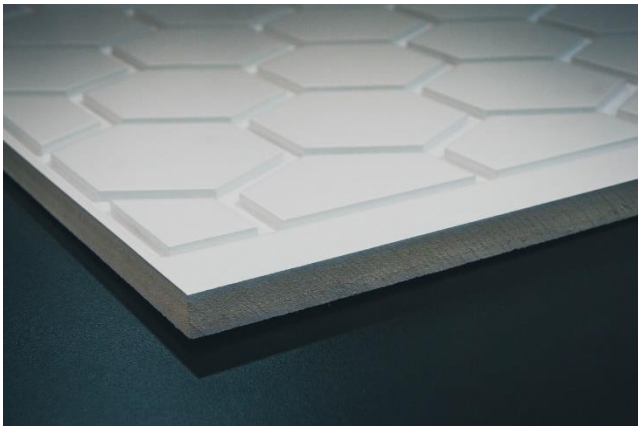
Retrouvez les prochaines formations organisées par la SFC

Carreaux céramiques

Initiation, réglementation & pathologies

22 juin 2023

PROGRAMME



Connaissance des produits sanitaires

Cuvettes WC, Lavabos & Vasques, Receveurs & Baignoires, Éviers

19 octobre 2023

PROGRAMME

Les formations de la SFC sont certifiées Qualiopi

Par cette certification, la SFC témoigne d'un niveau de qualité élevé de ses formations qui les rendent éligibles au financement OPCO.

Qualiopi processus certifié

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

La certification qualité a été délivrée au titre des catégories d'actions suivantes :ACTIONS DE FORMATION

Renseignements :

Céline KEREVER - Responsable Formations

01 56 56 70 00 - kerever.sfc@ceramique.fr