

Du côté des études : Attaque de matériaux réfractaires et métalliques sous conditions hydrogénées

Afin de caractériser l'attaque de nombreux matériaux différents par des compositions de gaz très spécifiques (Hydrogénée, Soufrée, Carbo-réductrice...) ICAR-CM2T propose par des essais sur-mesure, un large choix de compositions chimiques d'atmosphères, sous pression ou non et à des températures extrêmes.

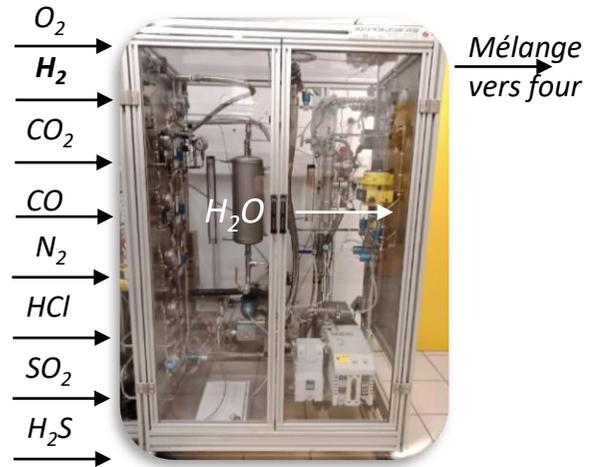
La particularité de ces essais est de pouvoir montrer par méthodes de caractérisation non destructives ou par prélèvements, les évolutions de comportement des matériaux face à ces différentes attaques en fonction du temps.

Un équipement dédié pour le mélange de gaz, adapté à l'hydrogène

Il a été rendu possible la mise en « condition réelle » de matériaux réfractaires à l'aide d'une baie de brassage de gaz. Les matériaux de la sidérurgie peuvent ainsi être mis en relation avec des atmosphères hautement carbo-réductrice ($\text{CO} + \text{H}_2$), les matériaux du domaine verrier en contact avec des atmosphères sodées ou encore des matériaux choisis pour les futurs développements de combustion à l'hydrogène en présence de mélanges carburants à hautes teneur en H_2 .

La sortie de cet appareil est reliée à différents équipements de traitement thermique. Pour certaines applications, un four étanche possédant une porte refroidie permet de garantir la pureté de l'atmosphère à mettre en vis-à-vis des matériaux par un système de purge (cycles de mises sous vide et de remplissage par un gaz inerte).

Il a été également testé et approuvé la possibilité de joindre la sortie de la platine de mélange à une cuve à brouillard permettant l'adjonction de particules d'eau chargées en espèces ioniques dans le flux gazeux et de constater l'impact de ces ions sur certains matériaux à plus de 1400°C .



Platine de mélange multi-gaz



Four à caisson étanche

La possibilité de réaliser les essais dans un four dont les parois peuvent également réagir avec le mélange gazeux a été envisagée et des solutions de passivations ont pu être testées avec succès.

L'image à droite, ci-contre présente un masque en cuivre commandé dans le cadre d'un essai sous mélange 15% H_2 dans du monoxyde de carbone. Un tel mélange dans une plage de température proche de 600°C entraîne une très forte réaction des parois en inox constituant le caisson. L'utilisation de ce masque a permis de protéger les parois et permettre la réalisation d'un tel essai.



Masque passivant en cuivre

Nous prévoyons de futurs essais sous 100% H_2 pour des températures avoisinant les 1000°C .

Quelques exemples de conditions expérimentales

Un récent essai a été réalisé sur une composition de 75% H_2 et 25% CO à sous 2 bars à 630°C durant 4 cycles de 60h.

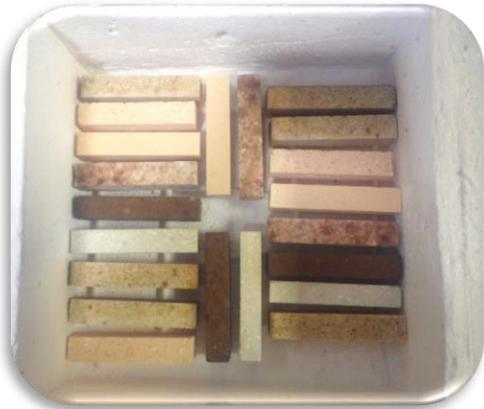
Des prélèvements ont été réalisés à la fin de chaque cycle de 60h, et 3 mêmes éprouvettes ont été choisies pour réaliser des essais de caractérisation par fréquence de résonance systématique à la fin de chaque cycle.

Les résultats ont permis de discriminer les 7 matériaux en présence les uns par rapport aux autres, face à ce traitement.

La figure ci-contre présente un exemple de mise en évidence de l'appauvrissement des propriétés mécaniques induites par un traitement gazeux hydrogéné et carboréducteur sur les matériaux choisis au cours du temps.



Discrimination des différents matériaux devant leur tenue à l'hydrogène

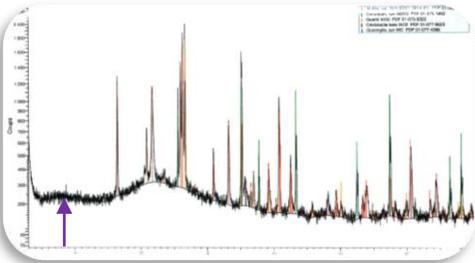


Disposition de plusieurs matériaux dans la boîte alumine pour réaction avec le sodium

Mesure de l'attaque des matériaux constitutifs d'un four verrier en présence de sodium suite à l'incorporation d'hydrogène dans le gaz de combustion à 1410°C.

Dans le milieu verrier, l'adjonction d'hydrogène comme combustible conduit à une sublimation du sodium. Un banc spécifique a été conçu afin d'admettre des espèces sodées à l'intérieur d'une boîte d'alumine maintenue à 1410°C afin d'observer l'évolution des propriétés mécaniques et d'aspect des matériaux réfractaires placés à l'intérieur, au cours du temps. Trois cycles d'une semaine chacun ont été opérés et une caractérisation non destructive des éprouvettes par fréquence de résonance a permis l'évaluation de l'attaque au cours des différents cycles. Cet essai a été conduit 3 fois en tout pour 3 teneurs en sodium différentes relatives à la sollicitation de ces matériaux en présence de plus ou moins d'hydrogène comme combustible.

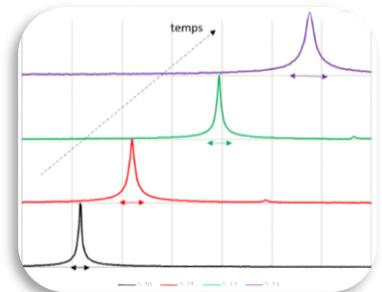
L'analyse par fréquence de résonance a permis de démontrer l'évolution de l'attaque chimique en fonction de différentes teneurs en sodium dans l'atmosphère de la boîte.



Augmentation de la proportion de phases amorphes dans les matériaux

L'utilisation de la mesure de fréquence de résonance excitée par impulsion a permis de déterminer avec précision les effets de l'attaque des phases siliceuses notamment, par le sodium. Un exemple du mélange gazeux réalisé pour cet essai était de :

71% N₂ + 22% H₂O + 160ppm NaOH + 7% CO₂



Évolution des propriétés mécaniques mesurées par fréquence de résonance

Ce type d'essais vous intéresse... n'hésitez pas à nous contacter pour discuter de faisabilité selon les conditions de tests envisagées...

Bibliographie :

Cette sélection de publications est issue de la Veille Technologique exercée par le Service Documentation de la SFC (Société Française de Céramique). Pour plus d'information sur ces produits documentaires de Veille Scientifique, Technique ou Concurrentielle : bulletin de Veille Mensuel, Veilles spécifiques ciblées, accès à la base de données de Veille "CeramBase", contacter la SFC à l'adresse : soc.fr.ceram@ceramique.fr



-Revêtements réfractaires résistant à la corrosion pour le traitement de déchets dangereux dans les fours rotatifs (Corrosion-resistant refractory linings for hazardous waste treatment in rotary kilns)

NIU C., STIMPFL C., ZHAO D.

China's Refractories, vol.30, 2/2021, pp. 12-15, 7 fig., 1 tab., bibliographie (8 réf.), ANG.

Dans cette étude, la résistance à la corrosion de briques réfractaires à base d'alumine-chrome et d'alumine-silice est testée en les exposant à des scories provenant de l'incinération de déchets dangereux. Les échantillons sont examinés macroscopiquement et minéralogiquement. Ils montrent que les briques d'alumine-chrome présentent une résistance élevée à la corrosion lorsqu'elles sont en contact avec les scories, tandis que les briques d'alumine-silice contenant du carbure de silicium présentent une bonne performance globale.

Mots Clé : FOUR ROTATIF. REFRACTAIRE. DECHET. ALUMINE. SILICE. OXYDE DE CHROME. SCORIE – REFRACTORY. ROTARY KILN. WASTE. ALUMINA. SILICA. CHROMIA. SLAG.

-Amélioration de la résistance à l'explosion de béton réfractaires basse teneur en ciment (Improved explosion resistance of low cement refractory castables)

PENG H., MYHRE B.

Refractories Worldforum, vol. 13, n°03, 08/2021, pp. 59-64, 11 fig., 3 tab., bibliographie (10 réf.), ANG.

La résistance à l'explosion de béton réfractaire à basse teneur en ciment contenant différents types d'agents facilitant le séchage a été étudiée avec des échantillons à l'échelle labo et industrielle. Selon l'étude, ces agents ont un grand impact sur la travaillabilité des bétons frais et sur la résistance à l'explosion durant la cuisson.

Mots Clé : BETON REFRACTAIRE. SECHAGE. EXPLOSION. AGENTS FACILITATEURS – REFRACTORY CASTABLES. DRYING STEP. EXPLOSION. DRYING AGENTS



JOURNEES SPECIALISEES « Matériaux en conditions extrêmes » LUNEVILLE - 24 et 25 mai 2022



Qu'il soit question de températures élevées, de contraintes mécaniques importantes cycliques, d'un environnement chimique agressif, d'usures ou bien de tout cela à la fois, ces conditions peuvent entraîner très rapidement la ruine des matériaux concernés, des arrêts de production à répétition, des remplacements trop fréquents, des problèmes de sécurité, énergétiques, environnementaux...

Les solutions peuvent être diverses : optimisation de matériaux massifs (matériaux céramiques, réfractaires, matériaux métalliques), combinaisons de phases complémentaires judicieusement choisies, traitements et/ou fonctionnalisation de surface, sur des substrats aussi bien métalliques que céramiques, voire d'autres types de matériaux de manière plus globale,...

Elles ont pour objectif principal de rassembler, durant deux jours d'échanges, des fabricants, utilisateurs et installateurs de matériaux et des chercheurs de laboratoires travaillant dans le domaine des hautes températures et des applications qui en découlent.

Sous l'égide de



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



ICAR-CM2T est heureux de vous informer de la récente certification QUALIOPi obtenue à la fin du mois de novembre 2021 pour 3 ans. L'audit passé a permis de mettre en avant que tous les critères attendus pour nous en tant qu'organisme de formation étaient satisfaits.

Tout comme c'était le cas avec la certification Datadock que nous possédions auparavant, cette certification **Qualiopi** permet aux stagiaires de bénéficier de la prise en charge par les organismes paritaires.

N° Déclaration Activité : 41.54.00693.54

N° Référencement Qualiopi : RNQ / 2111-013

La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'action suivante : **ACTIONS DE FORMATION**

Prévisionnel des formations à venir en nos locaux

o Du 23 au 25 mars 2022 à Moncel-les-Lunéville
o Du 21 au 23 septembre 2022 à Moncel-les-Lunéville
Les matériaux réfractaires – STR1

o Du 21 au 23 novembre 2022 à Moncel-les-Lunéville (STR3.1)
o Du 23 au 25 novembre 2022 à Moncel-les-Lunéville (STR3.2)
Tenue en service – STR3.1 / Traitement des réfractaires usagés – STR3.2

o Du 22 au 24 juin 2022 à Moncel-les-Lunéville
Mise en œuvre des matériaux réfractaires – STR2

o Le 05 octobre 2022 à Moncel-les-Lunéville
Calcul thermique – STR4

o Du 29 nov. au 02 déc. 2022 à Moncel-les-Lunéville
Matériaux pour applications hautes températures (en partenariat avec le CTIF)

Une formation sur le Cold Spray est en préparation pour 2022... Nous vous tiendrons informés de la date...

Et toujours la possibilité de réaliser des stages intra-entreprises tout au long de l'année sur tous les matériaux métalliques et matériaux réfractaires...

Vous souhaitez avoir de plus amples informations...CONTACTEZ-NOUS...



L'équipe ICAR-CM2T vous souhaite un joyeux Noël 2021 et une excellente année 2022... Prenez soin de vous.