



## Du côté des essais : la résistance à l'oxydation de réfractaires à base de carbure de silicium

Si l'oxygène n'a aucun ou peu d'effet sur les oxydes réfractaires et leurs composés, il peut être très néfaste pour d'autres matériaux tels que le carbone, le graphite, le carbure de silicium, les nitrures, les sulfures, etc...

Le carbure de silicium SiC est un excellent matériau réfractaire avec un point de fusion extrêmement élevé (voisin de 2600°C). Ce composé très dur a une excellente résistance à l'abrasion, aux chocs thermiques, de bonnes résistances mécaniques à froid comme à chaud et une conductivité thermique bien supérieure à la majorité des autres matériaux réfractaires ce qui lui vaut d'être couramment utilisé comme garnissage réfractaire de faisceaux de tubes dans des incinérateurs notamment.

Le point faible majeur du carbure de silicium réside dans son oxydation à haute température. Cette dernière s'établit en deux modes : sous pression partielle d'oxygène élevée et température relativement faible, le matériau peut présenter l'avantage de se recouvrir d'une couche de silice qui le protège en limitant sa corrosion ; il s'agit là d'oxydation passive. Porté à de très hautes températures sous faible pression partielle d'oxygène, le SiC est rapidement consommé car tous les oxydes formés sont à l'état gazeux : l'oxydation est alors active.

En ce qui concerne les matériaux réfractaires à base de carbure de silicium, leur oxydation est lente jusqu'à 900°C, puis, dans les cas les plus défavorables, peut s'accélérer avec l'accroissement de la température. Entre 1000 et 1150°C, les plus sensibles s'oxydent en gonflant. Au-delà, il y a formation d'une couche protectrice de silice plus ou moins vitreuse. A partir de 1400°C environ, cette silice plus ou moins vitreuse se transforme en cristobalite avec augmentation de volume. Il n'y a donc plus de couche protectrice et l'oxydation est très rapide. Le réfractaire en SiC peut alors s'endommager rapidement selon les cas.

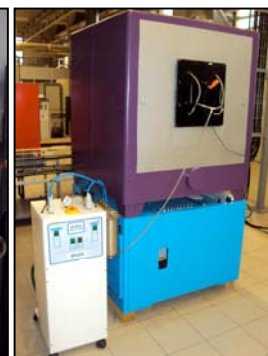


◀ Exemple de modifications de la tranche de dalles en béton à base de SiC avant (position basse) et après oxydation (position haute sur la photo) : changement de coloration, déformation, gonflement.

L'oxydation de ces matériaux va s'accompagner d'une prise de masse et d'une augmentation de volume associée. La cinétique de réaction va dépendre des facteurs matériaux tels que la macrostructure (la taille des grains, la porosité ouverte et la répartition en taille des pores,...), la nature de la phase liante (oxyde, nitrure, sialon, carbure, ...) et la température de service.



Four tubulaire de capacité normale



Four de grande capacité

### Principe

Le principe de l'essai est, selon la méthode ASTM C 863, de déterminer la résistance à l'oxydation des réfractaires en carbure de silicium à haute température dans une atmosphère oxydante chargée en vapeur d'eau.

Le changement de volume des échantillons est mesuré. On peut également déterminer les variations de poids, de densité et de longueur et parallèlement la vitesse d'oxydation en fonction du temps.

### Mode opératoire

Les échantillons sont placés à l'intérieur d'un moufle. La température à l'intérieur de la chambre doit pouvoir atteindre 1200° C à ± 15° C.

- Echantillons : 3 échantillons sont testés par essai
- Atmosphère : vapeur d'eau 32 kg/m<sup>3</sup>
- Température constante de l'essai : 800° C à 1200° C
- Durée de l'essai : 500 heures. Les échantillons sont mesurés et pesés avant et après essai.



La taille des échantillons est, le plus souvent possible un quart de brique, en privilégiant une grande dimension et lorsque la taille du four (photo ci-dessus) et de la zone de chauffe le permettent, des tuiles entières comme photographiées ci-contre peuvent être testées.

Cet essai permet de visualiser la température à partir de laquelle l'oxydation est effective et la variation de volume engendrée par ces phénomènes. Il est également envisageable de multiplier les éprouvettes et de réaliser plusieurs prélèvements intermédiaires pour s'informer de l'allure de l'oxydation en fonction du temps. Ces considérations sont importantes pour le choix des matériaux dans différentes applications. L'oxydation impliquant généralement une dégradation de la résistance mécanique, il est possible, en variante, de tester mécaniquement les matériaux ayant et n'ayant pas subi ce traitement à haute température.

**Vous souhaitez en savoir plus... CONTACTEZ-NOUS**

1/2



## 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](mailto:soc.fr.ceram@ceramique.fr)



-UCHIDA S., SUTOH M., MIKI T., et-al

« **Revêtements inclinés vers l'arrière** », une nouvelle conception pour revêtements de cône pour fours à oxygène basique (BOF) (« Backward inclined linings », a new design for BOF cone linings)

Journal of the Technical Association of Refractories, Japan, vol.29, n°2, 06/2009, p.115-118, 10 fig., bibliographie (9 réf.), ANG.

**Mots Clés :** Briques réfractaires, four à oxygène, conception, design, amélioration, essai sur site.

-KOYAKE T., TAKAI M., IIDA E.

**Amélioration des briques de magnésie-spinelle dans la zone de refroidissement d'un four rotatif de ciment** (Improvement of magnesia-spinel bricks for cooling zone of cement rotary kiln)

Journal of the Technical Association of Refractories, Japan, vol.29, n°2, 06/2009, p.107-111, 15 fig., 2 tab., ANG.

**Mots Clés :** Briques réfractaires, magnésie, spinelle, propriétés, abrasion, décollement.

-STJERNBERG J., ANTTI M.L., NORDIN L.O., et-al

**Dégradation des briques réfractaires utilisées comme isolant thermique dans les fours rotatifs pour la production de minerai de fer** (Degradation of refractory bricks used as thermal insulation in rotary kilns for iron ore pellet production)

International Journal of Applied Ceramic Technology, vol.6, n°6, 2009, p.717-726, 7 fig., 4 tab., bibliographie (19 réf.), ANG.

**Mots Clés :** Briques réfractaires, isolation thermique, four rotatif, mullite, néphéline.

-DOS SANTOS V.A.A., GONCALVES L.R.G., GALLO J., et-al

**Qu'est ce qui affecte la résistance à l'érosion des bétons réfractaires ?** (What affects erosion resistance of refractory castables ?)

Refractories Applications and News, vol.14, n°6, 11-12/2009, p.9-16, 13 fig., 2 tab., bibliographie (33 réf.), ANG.

**Mots Clés :** Béton réfractaire, érosion, industrie de l'aluminium, pétrochimie.

-YU R., AO P., ZHOU N., et-al

**Influence des teneurs en SiC dans les bétons réfractaires de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> sur la résistance aux laitiers riches en PbO** (Influence of SiC contents in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> castables on resistance to PbO-rich slag)

China's Refractories, vol.18, n°3, 07-09/2009, p.6-10, 8 fig., 3 tab., bibliographie (4 réf.), ANG.

**Mots Clés :** Carbure de silicium, alumine, silice, laitiers, oxyde de plomb, corrosion, phénomènes.

## Formations à venir :

-Du 21 au 24 septembre 2010 à Moncel-lès-Lunéville  
**Les matériaux réfractaires : généralités.**

-Du 16 au 19 mars 2010 à Moncel-lès-Lunéville  
**Les matériaux réfractaires : généralités.**

-Du 22 au 26 novembre 2010 à Moncel-lès-Lunéville  
**Tenue en service et traitement des réfractaires usagés.**

-Du 15 au 18 juin 2010 à Moncel-lès-Lunéville  
**La mise en oeuvre des matériaux réfractaires.**

**Et toujours la possibilité de réaliser des stages intra-entreprises tout au long de l'année ...**

**Vous souhaitez avoir de plus amples informations...**

**CONTACTEZ-NOUS...**



Toute l'équipe d'ICAR vous souhaite santé,  
bonheur et prospérité pour l'année 2010

