

Oxydation du SO₂ dans un réacteur à cassettes

Baldé O.T.², Baldé A.¹, Bulakh O.Ya.², Ly A.K.¹, Kabanov A.N.¹, Keïta A.², Fofana M.¹, A.S. Sylla¹

¹ Département de Génie Chimique de l'Institut Polytechnique de Université Gamal Abdel, Nasser de Conakry (UGANC)

² Département de Chimie de la Faculté des Sciences de UGANC

Résumé. On a étudié le processus de l'oxydation de gaz sulfureux poussiéreux industriel dans le réacteur de cassette à l'échelle d'une installation pilote. On a montré l'efficacité de ce réacteur par rapport au réacteur catalytique à couche filtrante stationnaire. La résistance hydraulique du réacteur de cassettes reste stable pendant le processus catalytique.

Mots clés: catalyse, réacteur catalytique, acide sulfurique, gaz poussiéreux.

Abstract. The process of the oxidation of industrial dusty sulfurous gases in the cassette reactor at the scale of a pilot plant has been studied. The efficiency of this reactant has been shown to be the case with the stationary filter-layer catalytic reactor. The hydraulic resistance of the cassette reactor remains stable during the catalytic process.

Keywords: catalysis, catalytic reactor, sulfuric acid, dusty gas.

INTRODUCTION

On a montré plus tôt [1, 2], que dans la fabrication de l'acide sulfurique la raison principale de l'augmentation de la résistance hydraulique de la première couche du catalyseur d'un réacteur catalytique, est la sédimentation dans la couche des particules de la poussier, formées aux stades divers du procédé de fabrication. La sédimentation de la poussière réduit aussi le coefficient de la diffusion effective des substances réagissantes et provoque la désactivation partielle du catalyseur à la suite de l'interaction chimique de la poussière avec le composant actif du catalyseur à base de V₂O₅ [3].

A la suite de l'étude du mécanisme de l'influence du procédé hétérogène catalytique sur la sédimentation des particules d'aérosol on a établi [4], qu'à l'oxydation de l'anhydride sulfureux les particules suspendues, bougeant avec le flux gazeux dans le canal plan-parallèle formé par des murs actifs, reçoivent l'impulsion du mouvement dirigé de la surface du catalyseur au noyau du flux gazeux réactionnel.

A base des données reçues, on élaborait un réacteur de la nouvelle structure pour le traitement des gaz poussiéreux - le réacteur de cassette. Dans ce réacteur le gaz poussiéreux passe à travers des canaux formés par des éléments actifs. Les éléments sont accomplis à la manière des cassettes plates réticulaires remplies d'un catalyseur standard granulaire employé largement dans l'industrie chimique.

EXPERIENCE, THEORIE, DISCUSSION

Le réacteur de cassette était étudié dans les conditions pilotes de la production de l'acide sulfurique à partir de l'anhydride sulfureux reçu au cours de l'incinération du soufre non filtré. Pour la réception des données comparatifs, l'essai de réacteur de cassette et de réacteur avec la couche en vrac du catalyseur (le type filtrant) se faisaient dans les conditions identiques. Les paramètres principaux caractérisant le travail des réacteurs, sont la résistance hydraulique et le degré de l'oxydation de l'anhydride sulfureux. Par la voie expérimentale on a défini le changement de la concentration SO₂ selon la section de la cassette à concentration diverse initiale de l'anhydride sulfureux, ce qui a donné la possibilité d'estimer l'efficacité du travail de garnissage actif de la cassette réticulaire.

Les paramètres géométriques du réacteur étaient les suivants: une longueur de cassettes de 600 mm, l'épaisseur de 50 mm, la largeur de l'espace entre les cassettes de 30 mm. Les cassettes ont été remplies par le catalyseur standard granulé du type IK-1-4: le diamètre de la granule égal à 5 mm et la longueur 10 - 15 mm. Au cours du fonctionnement de réacteur dans un régime filtrant tout l'espace libre de l'appareil de diamètre 200 mm a été rempli par la même quantité de catalyseur. La vitesse fictive du flux de gaz pour les deux types de réacteurs était identique et faisait près de 0,38 m·s⁻¹. La concentration des particules de cendre suspendues dans le volume de gaz sulfureux est déterminée par la méthode de filtrage intérieur était égal à 0,07 - 0,1 gm⁻³, celle du SO₂ déterminé par la méthode de Riche égale 9 à 10 % volumique.

Les essais de longue durée des réacteurs du type filtrant et de cassette ont montré les avantages évidents du dernier (fig. 1). Premièrement, la résistance initiale hydraulique du réacteur de cassette est plus basse, que celle du réacteur filtrant à productivité identique. Deuxièmement, la résistance hydraulique basse n'a pas changée pendant le temps. Troisièmement, la sédimentation de la poussière est exclue dans le réacteur et, donc, il n'y a pas de contact de la poussière assiégee avec le catalyseur.

Le taux de l'oxydation de SO₂ dans les deux réacteurs était proche de la valeur d'équilibre. On a remarqué cependant, qu'au cours du fonctionnement de la couche filtrante le changement d'un profil de températures de la partie supérieure de la couche poussiéreuse a lieu ce qui, évidemment, témoigne de la réduction partielle de l'activité catalytique de l'unité de volume de masse poussiéreuse du catalyseur.

On a établi une distribution de la concentration de l'anhydride sulfureux selon la section de la cassette (fig. 2) à l'aide d'une sonde spéciale. Les mesures se produisaient à la température de flux du gaz à 530°C. La concentration initiale de SO₂ à la surface de la cassette variait de 6 à 12% vol. Sur le graphique on présente les données de calcul reçues avec l'utilisation du modèle en sens unique, décrivant le processus du transport de gaz par les flux de diffusion et de convection.

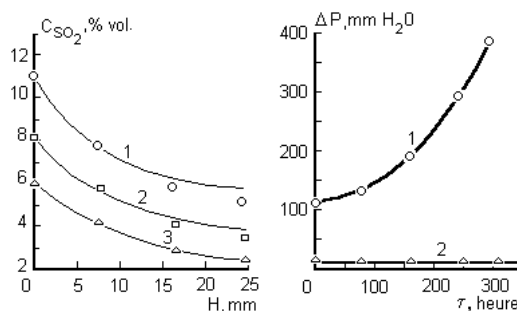


Fig. 1. Perte de chute de réacteurs Fig. 2. Distribution de la concentration de au travail sur le gaz poussiéreux. SO₂ selon la section de la cassette. 1.- réacteur filtrant; 2.- réacteur 1,2,3, - données de calcul; de cassette. points – données expérimentales.

Au cours de la simulation mathématique du processus de transfert de matière on a utilisé l'équation du bilan de matière:

$$v \frac{dc}{dx} - D \frac{d^2c}{dx^2} = w, \quad (1)$$

avec les conditions de frontière suivantes:

à $x = 0$ (le centre de la cassette) $dc/dx=0$;

à $x = x_0$ (la frontière de la cassette) $c = c_0$, (2)

ici: c et c_0 - la concentration initiale en courante de SO₂; v - le composant transversal de la vitesse du mouvement du flux de SO₂ (est supposé, qu'une certaine quantité de SO₂ est filtrée à travers de la cassette); D - le coefficient effectif de la diffusion de SO₂ dans la couche à grains [5]; w - la vitesse de la réaction chimique.

Recevant, que la constante de la vitesse de la réaction de l'oxydation de SO₂ ne change pas beaucoup dans le domaine des températures élevées, on peut écrire :

$$w = -k(X^* - X), \quad (3)$$

où k - la constante de la vitesse de la réaction de l'oxydation de SO₂; X^* - le degré d'équilibre de l'oxydation de SO₂; X - le degré réel de l'oxydation.

Dans ce cas l'équation différentielle (1) avec les conditions de frontière (2) a la résolution analytique :

$$c = \frac{\lambda_1 \exp(\lambda_2 x) - \lambda_2 \exp(\lambda_1 x)}{\lambda_1 \exp(\lambda_2 x_0) - \lambda_2 \exp(\lambda_1 x_0)} c_0 X^* + (1 - X^*) c_0, \quad (4)$$

$$\text{où: } \lambda_1 = \frac{v + \sqrt{v^2 + 4kD/c_0}}{2D}; \quad \lambda_2 = \frac{v - \sqrt{v^2 + 4kD/c_0}}{2D}.$$

Les données expérimentales reçues et les données de calcul se trouvent en accord satisfaisant, surtout pour les valeurs basses de c_0 , et témoignent du travail assez effectif du garnissage actif de la cassette (la concentration de SO₂ dans la partie centrale de la cassette est plus haute par rapport à la valeur à l'état d'équilibre).

CONCLUSION

Les résultats d'expérimentaux ont montré, que le réacteur du type de cassette possède une résistance hydraulique beaucoup plus base (8 - 10 fois) par rapport au réacteur filtrant. De plus, cette résistance reste invariable au cours du traitement du gaz poussiéreux. La distribution de la concentration de SO₂ selon la section de la cassette témoigne que dans les conditions de l'expérience, le travail de toute la masse du catalyseur des cassettes réticulaires est assez effectif.

Bibliographie:

1. Kabanov A.N., Améline A.G. Les procédés catalytiques hétérogènes. Recueil des articles, LTI de Lénsovète. Lénin-grade, 1984. p. 172.
2. Kabanov A.N., Améline A.G. Colloïdnyi Journal. 1975, V. 38, N° 5. p. 955 - 957.
3. Mouraviev E.V. Le filtrage de l'anhydride sulfureux poussiéreux par les couches granuleuses catalytiquement activés : Thèse de docteur ès sciences (Ph.D.) MChTI Ménédeléev, Moscou, 1980. 163 p.
4. Améline A.G Kabanov A.N. Cinétique et Catalyse. 1983. V. 24, N° 5. p. 1249 - 1250.
5. Aerov M.E., Todese O.M. Nairinckí D.A. Les appareils avec la couche stationnaire granuleuse. Léningrade; Ed. Chimie, 1979. 176 p.