

BTS BLANC 2002

EPREUVE DE GENIE CHIMIQUE

Durée : 3 h

Coefficient : 3

FABRICATION EN CONTINU DU NITROBENZENE

Procédé Biazzi simplifié

A - DESCRIPTION DU PROCEDE

I - PRINCIPE

La réaction mise en jeu est:



Cette réaction exothermique a lieu en phase liquide dans un réacteur parfaitement agité maintenu à 60 °C et sous pression ordinaire .

Le benzène en excès est mis en contact avec un mélange sulfonitrique composé d'acide sulfurique concentré et d'acide nitrique concentré. La réaction consomme totalement l'acide nitrique.

L'acide sulfurique (servant à fixer l'eau), est reconcentré puis recyclé dans le réacteur.

Le benzène en excès est récupéré après différents traitements du mélange réactionnel, puis recyclé avec le benzène neuf.

II - FABRICATION DU NITROBENZENE BRUT

1 - Préparation du mélange sulfonitrique

L'opération a lieu sous pression ordinaire dans un réacteur agité R₁ . La chaleur de réaction est éliminée par de l'eau de refroidissement circulant dans un serpentín .

L'acide sulfurique concentré (95 % masse) et l'acide nitrique concentré (63 % masse), provenant d'autres installations, sont injectés à débits constants .

Le mélange sulfonitrique ainsi obtenu, est envoyé vers le réacteur de nitration R₂.

2 - Alimentation en benzène

Le benzène n'est pas directement injecté dans le réacteur de nitration, mais sert d'abord à extraire le nitrobenzène contenu dans la phase aqueuse sortant du décanteur S₂ (voir paragraphe suivant).

Le benzène est injecté à débit constant dans un réacteur agité R₃ servant d'extracteur pour être mis en contact avec la phase aqueuse sortant du séparateur S₂. L'émulsion ainsi obtenue est envoyée vers un décanteur florentin S₁, permettant de séparer d'une part la phase aqueuse lourde constituée essentiellement d'acide sulfurique dilué à 68 %, d'autre part la phase organique légère constituée de benzène et du nitrobenzène extrait. Cette phase organique coule par gravité dans le réacteur de nitration R₂.

La phase aqueuse est envoyée dans un échangeur à faisceau tubulaire vertical E_1 permettant de concentrer l'acide sulfurique jusqu'à 95 % masse. Le mélange liquide-vapeur sortant de E_1 est envoyé dans un cyclone S_3 .

La vapeur d'eau est évacuée, tandis que la solution concentrée d'acide sulfurique est refroidie à l'eau dans un échangeur à faisceau tubulaire E_2 et recyclée à l'aspiration de la pompe à acide sulfurique.

3 - Nitration du benzène

L'opération a lieu sous pression ordinaire dans le réacteur R_2 . Il est muni d'une agitation et d'un serpentin de refroidissement à l'eau permettant de maintenir la température à 60 °C et d'évacuer ainsi la chaleur de réaction.

Le mélange réactionnel est envoyé vers le décanteur florentin S_2 .

La phase aqueuse constituant la phase lourde coule par gravité dans l'extracteur R_3 .

La phase légère organique contenant le benzène en excès, le nitrobenzène et des impuretés acides déborde par trop-plein vers le réacteur de neutralisation R_4 (à ne pas représenter).

B - TRAVAIL DEMANDE

I - SCHEMA

Représenter sur format A4 (210 x 297) quadrillé 5x5, et à l'aide des normes en vigueur, le schéma correspondant à la **partie II : Fabrication du nitrobenzène brut**.

On inclura tous les éléments de sécurité, de régulation, de circulation des fluides et la robinetterie permettant un fonctionnement correct de l'installation. Les respirations et équilibrages de pressions seront collectés et représentés par des traits pointillés.

II - ETUDE THEORIQUE

Les différentes parties sont indépendantes

La production de nitrobenzène est fixée à 10 mol / s .

1 - Bilans de matière sur le réacteur de nitration

On supposera que l'on injecte du benzène pur, et que le mélange sulfonitrique a été obtenu par mélange d'une solution aqueuse d'acide sulfurique à 95 % masse d'acide et d'une solution aqueuse d'acide nitrique à 63 % masse d'acide.

On obtient à la sortie du réacteur R_2 une émulsion formée:

- d'une phase aqueuse à 68 % masse d'acide sulfurique, le reste étant de l'eau

- d'une phase organique contenant le benzène en excès et le nitrobenzène fabriqué.

Cette phase organique doit comporter 25 % masse de benzène.

L'acide nitrique est entièrement consommé

a - Calculer le débit massique de phase organique sortant de R_2

- b - Calculer le débit de benzène à injecter dans R₂
- c - Calculer le débit de solution aqueuse d'acide nitrique à injecter dans R₂
- d - Calculer le débit de solution aqueuse d'acide sulfurique à injecter
- e - Calculer le débit de phase aqueuse sortant du réacteur.

2 - Bilan thermique sur le réacteur

On supposera que tous les réactifs sont injectés à 25 °C

On supposera que l'émulsion sortant à 60 °C du réacteur contient 1,6 kg / s de phase organique et 1,9 kg / s de phase aqueuse.

Le contenu du réacteur parfaitement agité est à 60 °C.

- a - Calculer la puissance thermique dégagée par la réaction à 25 °C
- b - Calculer la puissance thermique à évacuer par l'eau de refroidissement pour maintenir la température du réacteur à 60 °C.
- c - Calculer le débit d'eau de refroidissement entrant à 15 °C et sortant à 25 °C du serpentin .
- d - Calculer le diamètre du tube formant le serpentin pour que l'eau y circule à 3 m / s .
- e - Calculer la surface d'échange nécessaire
- f - Calculer le nombre de spires de 1 m de diamètre à donner au serpentin

Données :

Coefficient global de transfert de chaleur du serpentin = 1000 W / m² . K

	C ₆ H ₆	H NO ₃	C ₆ H ₅ NO ₂	H ₂ O	H ₂ SO ₄ pur	Phase aqueuse	Phase organique
M g / mol	78	63	123	18	98		
ρ _{25 °C} kg / m ³				1000		1583	1096
Cp kJ / kg . K				4,18		2	1,575