

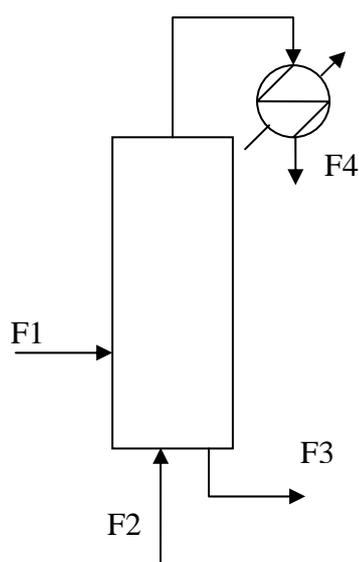
BTS SESSION 1987 – 4h – Coefficient 3

Technologie – Génie chimique – Schéma

I - Etude économique d'une récupération de résidus de fabrication

Les eaux résiduelles d'une fabrication contiennent 27,2 % en masse de méthanol Hoc (2 %), des sels minéraux (3 %).

On souhaite récupérer le méthanol, mais on veut savoir si l'opération est rentable.



Pour cela, les eaux résiduelles sont soumises à une distillation en présence de vapeur d'eau. Le rôle de la vapeur d'eau, sous 3 bars, est d'assurer l'échauffement et la vaporisation du mélange liquide, tout en évitant l'encrassement de l'appareil de distillation.

Dans les conditions opératoires (correspondant au schéma ci-contre, la distillation a lieu) 95°C, sous pression atmosphérique normale.

I.1 - En utilisant le diagramme joint en annexe, déterminer les compositions (en fractions molaires) des phases liquide et vapeur en présence. Calculer ensuite les titres massiques de ces deux phases.

La phase vapeur passe en distillât. La phase liquide est soutirée en pied de colonne.

I.2 - L'alimentation de la colonne en eaux résiduelles est effectuée sous un débit $F1 = 100 \text{ kg.h}^{-1}$. La vapeur est injectée en bas de colonne sous un débit $F2 = 75 \text{ kg.h}^{-1}$.

Calculer le débit du distillât $F4$ et celui du résidu : $F3$.

En déduire le taux de récupération en méthanol.

I.3 - La vapeur fournie revenant à 0,02 € par kilogramme, le prix du méthanol étant de 0,30 € par kilogramme, l'opération vous paraît-elle rentable ?

On admet que cette opération est rentable si la valeur du méthanol récupéré est au moins égale à trois fois le prix de la vapeur utilisée pour l'obtenir.

$$C = 12 \text{ g.mol}^{-1} \quad O = 16 \text{ g.mol}^{-1} \quad H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$$

II - Etude du condenseur :

La phase vapeur sortant de la colonne de distillation passe dans un condenseur : faisceau tubulaire horizontal à tubes parcourus par courant d'eau froide. Le rôle de ce condenseur est de provoquer la condensation des vapeurs, sans refroidissement.

II.1 - Calculer la quantité de chaleur à éliminer par heure au condenseur. En déduire le débit de l'eau qui entre à 10°C et sort à 50°C.

II.2 - Calculer la surface d'échange, puis le nombre de tubes, sachant que le condenseur est constitué par des tubes d'acier de 0,60 m de long, de diamètre 20-27 mm.

Données :

- Chaleurs de vaporisation :
 - o Méthanol : $L_{v(1)} = 1\,099 \text{ kJ.kg}^{-1}$
 - o Eau : $L_{v(2)} = 2\,260,5 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- Chaleur massique de l'eau : $4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Coefficient global d'échange thermique : $697 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

III - Alimentation de la colonne :

L'alimentation de la colonne est assurée à partir d'un réservoir enterré, à niveau constant, par pression d'un gaz (monte-jus).

Quelle pression doit exercer ce gaz ? La dénivellation est de 8 mètres.

La canalisation, qui a une longueur de 15 mètres, un diamètre de 10 mm, présente 3 coudes à angle droit.

Représenter le schéma du montage.

Données :

- Masse volumique du liquide : $\rho = 940 \text{ kg.m}^{-3}$
- On rappelle que le débit est de 100 kg.h^{-1}
- Formule permettant de calculer la perte de charge linéaire : $\Delta P = \lambda \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot u^2 \frac{\Sigma(L + Le)}{D}$ en Pa
L : longueur de la canalisation
D : diamètre de la canalisation
- Coefficient de perte de charge $\lambda = 0,06$
- Un coude à angle droit = 2 mètres de hauteur de fluide
- $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$
- La colonne fonctionne sous pression atmosphérique

IV - Schéma**IV.1 - Principe du procédé :**

La chloration de l'éthylène a lieu en phase liquide dans du dichloréthane déjà préparé, utilisé comme solvant, en présence d'un catalyseur : FeCl_3 . La réaction, qui a lieu mole à mole, est exothermique ; une mole de dichloréthane préparé libère 120 kJ.

IV.2 - Description du procédé

IV.2.1 - Réaction

Les gaz : chlore et éthylène, sont mélangés sous des débits permettant de maintenir le rapport moléculaire 1/1, puis envoyés à la base du réacteur. Celui-ci est une colonne à plateaux, dont la hauteur vaut deux fois le diamètre, remplie à moitié par le dichloréthane liquide.

La chaleur de la réaction est éliminée en faisant circuler le mélange à travers un échangeur tubulaire vertical extérieur. Le liquide sort à la base du réacteur, y retourne à mi-hauteur. Cette circulation est assurée par pompe centrifuge. La température est maintenue à 40°-50°C.

IV.2.2 - Traitement des gaz

Les produits gazeux de la réaction passent dans des condenseurs partiels installés en série (deux sont à représenter), qui permettent de récupérer le dichloréthane. Ils sont dirigés ensuite vers une tour d'absorption, dans laquelle ils rencontrent un courant descendant de soude diluée. Cette opération a pour but de fixer le chlorure d'hydrogène formé. Les gaz non dissous (H_2 , CH_4 , C_2H_4 , C_2H_6) sont brûlés à la torchère.

IV.2.3 - Traitement des liquides

Les produits liquides de la réaction, soutirés en pied, sont traités par de la soude à 6 %, dans un réacteur muni d'une agitation, puis soumis à une décantation centrifuge. La phase aqueuse légère est envoyée à l'égout, la phase lourde de dichloréthane est recueillie temporairement dans un bac tampon.

Le dichloréthane est «séché» par distillation azeotropique : il forme avec l'eau un azeotrope qui distille à 78°C, et qui est recyclé au décanteur.

Il est ensuite rectifié dans un montage fonctionnant en continu, avec alimentation au tiers inférieur de la colonne, le bouilleur étant un faisceau tubulaire extérieur vertical monté en thermosiphon, alimenté par de la vapeur 6 bars.

IV.3 - Travail demandé

Représenter le schéma de procédé de cette installation, sur feuille quadrillée à petits carreaux de format A3.

Représenter tous les appareils de contrôle et de régulation nécessaires à son fonctionnement.

IV.4 - Données

Caractéristiques des produits formés :

$CH_2 = CH_2$ θ_{eb} : 83,5°C
Masse volumique : 1257 kg.m⁻³
Forme un azeotrope avec l'eau (eau : 8,3 %) ; t_{eb} : 78°C

$CH_2Cl-CHCl_2$ θ_{eb} : 113,5 °C
 $CHCl_2-CHCl_2$ θ_{eb} : 146 °C

Diagramme isobare des phases du mélange eau - méthanol

