

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2017

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

16-CH-A5 Conception et rentabilité d'usine chimique

PROBLÈME 1 - (25 points)

NOUVELLE CIMENTERIE

Vous lisez dans le journal l'annonce de la construction d'une nouvelle cimenterie. D'après l'article du journal, le coût de l'investissement en capital total du projet serait de 1.0 milliards de dollars. En supposant que le taux de retour brut du projet serait de 20%, et les ventes de 600 millions par an :

- a) Quel serait le coût de production total annuel de ce projet ?
- b) On mentionne que le projet est financé par un prêt de 600 M\$ sur 15 ans au taux de 6%. Quels seraient alors les frais d'intérêt annuels sur ce prêt, en assumant qu'il est remboursé par des annuités égales ?
- c) D'après les règles de pouce usuelles pour des projets de construction d'usine de produits chimiques, quel pourrait être le coût d'achat des équipements de procédé de ce projet (il s'agit d'un procédé solide) ?

Note : On supposera que le fond de roulement est de 15% de l'investissement en capital total du projet.

PROBLÈME 2 - (10 points)

ESTIMATION DES COÛTS DE L'INGÉNIRIE

Vous lisez dans le journal qu'un projet de construction d'une usine d'acétone coûtera plus de 50 millions de dollars. En vous basant sur la répartition des coûts d'investissement en capital fixe pour les usines de produits chimiques en général, quels pourraient être les coûts de l'ingénierie détaillée et de la supervision pour la réalisation du projet.

PROBLÈME 3 - (25 points)

ACQUISITION D'UNE CHAUDIÈRE À BIOMASSE

Une usine évalue la possibilité d'acheter une chaudière à biomasse afin de remplacer une chaudière au gaz naturel existante pour produire la vapeur nécessaire au procédé. La quantité de vapeur requise serait de 100 000 lbs/h.

a) Quelle serait la quantité annuelle de biomasse nécessaire pour produire cette quantité de vapeur ?

Les données de base simplifiées sont les suivantes :

Énergie requise : 1 000 BTU/lb de vapeur produite
Opération annuelle : 8 400 heures/année
Efficacité de la chaudière : 66.7% (énergie vapeur/énergie biomasse)
Chaleur de combustion de la biomasse : 20 GJ/tonne métrique de biomasse
Facteur de conversion : 947.8 BTU / MJ

b) En supposant que le coût du gaz naturel est de 3\$/million de BTU et celui de la biomasse de 2\$/million de BTU, quelle serait l'économie annuelle réalisée en coût de combustible ?

c) Si la nouvelle chaudière coûte 20 millions de dollars, et que l'usine souhaite un taux de retour brut sur l'investissement de 10%, est-ce que ce projet serait accepté selon vous ?

PROBLÈME 4 - (20 points)

RÉCUPÉRATION D'UN VENTILATEUR

On vous demande de dimensionner un ventilateur afin de transférer 50 000 SCFM d'air pour ventiler un bâtiment à 500 ft de l'emplacement prévu du ventilateur. Or, votre patron a trouvé un vieux ventilateur et voudrais le récupérer si ses spécifications sont compatibles avec le besoin du projet. Sur la plaque d'identification, on peut lire : « Design Flow : 50 000 SCFM » et « Motor Power : 50 kW ». Malheureusement, la valeur de la pression statique est illisible, car la plaque d'identification est usée, et la documentation de l'équipement a été égarée.

a) En supposant que la perte de charge par friction dans la conduite est d'un pouce de colonne d'eau (1" W.C.), quelle serait la puissance requis du ventilateur ?

NB : À ce stade d'estimation, on supposera 65% et 90% pour l'efficacité mécanique du ventilateur et électrique du moteur, respectivement.

b) En vous basant sur vos calculs précédents, quel est le débit d'argent gaspillé en puissance à raison de 8400 h/an et à 0.05\$/kWh ?

c) Sachant qu'un ventilateur neuf coûterais 25 000\$, que recommandez-vous à votre patron, sachant que l'horizon économique du projet est d'au moins 10 ans ?

PROBLÈME 5 - (20 points)

DIMENSIONNEMENT ET ÉVALUATION DU COÛT D'ACHAT D'UN CONDENSEUR

Dans le cadre d'un projet, on vous demande de dimensionner de manière préliminaire un échangeur de chaleur de type tube et calandre. L'application consiste en un condenseur à une passe côté calandre et une passe côté tube. Les vapeurs à condenser seraient localisée dans les tubes, alors que l'eau de refroidissement serait à contre-courant côté calandre. L'eau tiède serait à 100 °F et on voudrait obtenir de l'eau chaude à 160 °F. Les vapeurs seraient à 212 °F et la charge de 10 000 lbs/h. On prendra 1 000 BTU/lb comme chaleur latente de condensation des vapeurs. Le coefficient global de transfert de chaleur pour l'application serait de 250 BTU/h/ft²/°F.

a) Estimer la quantité d'eau de refroidissement nécessaire, en prenant comme capacité calorifique pour l'eau de 1 BTU/lb/°F.

b) En vous basant sur la définition du coefficient global d'échange de chaleur et l'hypothèse que toute la vapeur est condensée, estimez la surface d'échange de l'échangeur tubulaire.

c) Le prix pour un échangeur comportant les mêmes spécifications est de 75 000\$ pour une surface d'échange de 1000 ft². En vous basant sur les règles de pouce (« rules of thumb ») reliant les coûts d'achat en fonction des dimensions des équipements de procédé, estimer le coût d'achat de l'échangeur.