**Brevet de Technicien Supérieur**

**MAINTENANCE INDUSTRIELLE**

**Session 2013**

**EPREUVE E 4**

**Analyse fonctionnelle et Structurelle**

**Questionnaire**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| BTS Maintenance industrielle | | Session 2013 |
| Epreuve E4 | CODE : 13-NC-MIE4AFS |  |

Ce **D**ossier **Q**uestionnaire contient les documents **DQ 1** à **DQ 9**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1** | **Problème technique** |  |
|  | Durée conseillée : 50 min |

La rotation différentielle (bol et vis sans fin) est obtenue par la combinaison de deux chaînes d’action :

* Le moteur principal entraîne par transmission directe (poulies – courroie) la rotation du bol ;
* Le moteur de consigne entraîne la rotation du planétaire d’entrée d’un réducteur à double train épicycloïdal, dont le planétaire de sortie est lié à la vis.

Un dysfonctionnement est constaté au niveau du réglage de la vitesse de consigne.

La difficulté pour le technicien est d’obtenir des boues de densité proche de 38 gr/l en mode automatique. Le réglage est manuel donc approximatif et sans aucune démarche objective. Cela influe fortement sur la qualité des boues et du traitement en amont ainsi que sur la maintenance des centrifugeuses.

Des boues trop denses peuvent obturer le déversoir en sortie de centrifugeuse, ce qui implique un arrêt de production pour une intervention de la maintenance. Cela peut entraîner également une rupture du système limiteur de couple (goupille de cisaillement), qui impose dans ce cas une intervention plus importante de montage/démontage.

Le service de maintenance souhaite disposer dans un premier temps d’un réglage de consigne bien défini en fonction d’un débit donné et d’une densité de boue donnée, cela se traduira par une modification de la régulation.

Le schéma cinématique du document technique DT2 représente l’ensemble des éléments de la centrifugeuse ALDEC 404.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q1.1 | Documents à consulter : **DT2** | Répondre sur **DR1** |

* **Repasser** en rouge les composants de la chaine de puissance issue du moteur principal.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q1.2 | Documents à consulter : **DT2** | Répondre sur **DR1** |

* **Repasser** en vert les composants de la chaine de puissance transmissible au moteur de consigne jusqu’au réducteur planétaire.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q1.3 | Documents à consulter : **DT2** | Répondre sur **DR1** |

* **Repasser** en bleu la puissance transmissible du réducteur planétaire à la vis hélicoïdale.

**DQ1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q1.4 | Documents à consulter : **DT3** | Répondre sur **feuille de copie** |

On souhaite optimiser la fréquence du moteur de consigne pour un débit donné et une densité de boue donnée.

ZONE DE L’ETUDE

Zone étude 2

Zone étude 1

Bol du convoyeur

Vis du convoyeur

Moteur de Consigne

Moteur Principal

Pm = 20 kW

Nm = 1450 tr/min

**Données :**

* Débit Q souhaité : 5 m3.h-1
* Densité de la boue : 38 g.dm-3
* Le réducteur planétaire est un train épicycloïdal double dont le rapport global est noté **rg** et pour valeur : **rg= 1/159**.
* Le couple maxi en sortie du réducteur est de **80 N.m**
* Le réducteur planétaire peut être décomposé en **2 trains simples** de même raison basique **rb**, ayant pour valeur : **rb = - 0,079.**
* On rappelle la **formule de Willis pour un train simple :**

**ps**

**3**

**rb =**

Nentrée = Ne2 = ? = ?

Nps = Nvis = 3238 tr/min

Nentrée = Ne2 = ? = ?

Nps = Nvis = 3238 tr/min

**DQ2**

**1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q1.4.1 | Documents à consulter : **DT3** | Répondre sur **feuille de copie** |

* **Calculer** la fréquence de rotation d’entrée 2 notée **Ne2** à l’aide de la formule de Willis.

**N sortie = Nbol = 3250 tr.min-1**

**Train n°2**

**Nps = Nvis = 3238 tr.min-1**

**Nentrée = Ne2 = ?**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q1.4.2 | Documents à consulter : **DT3** | Répondre sur **feuille de copie** |

Quelle que soit la valeur de **Ne2** trouvée dans la question **1.4.1**, on prendra :

**Ne2 = 3086 tr.min-1**

* **Calculer** la fréquence de rotation de consigne **Nconsigne**  à l’aide de la formule de Willis

**N sortie = Nbol = 3250 tr.min-1**

**Train n°1**

**Nps = Ne2 = 3086 tr.min-1**

**Ne1 = NConsigne = ?**

**DQ3**

**DQ3**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2** | **Amélioration technique** |  |
|  | Durée conseillée : 100 min |

Des incidents de fonctionnement peuvent apparaitre (densité de matière augmente très rapidement, obturation de l’évacuation) faisant apparaitre une augmentation dangereuse du couple d’entrée du réducteur planétaire.

Dans ce cas on constate une rupture de la goupille de sécurité 101(voir DT 13).

**Zone de l’étude**

Moteur Principal

Pm = 20 Kw

Nm = 1450 tr/min

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q2.1 | Documents à consulter : **DT4, DT5, DT13** | Répondre sur **feuille de copie** |

La maintenance souhaite implanter un limiteur de couple en lieu et place de cet élément de sécurité afin de diminuer le nombre d’actions de maintenance corrective.

Le cahier des charges à respecter est le suivant :

* + N = 1100 tr.min-1 maxi
  + Plage de réglage du couple C entre 80 N.m et 120N.m
  + Diamètre arbre d = 17 mm
* **Déterminer** la série du limiteur **SK1** à installer

**DQ4**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q2.2 | Documents à consulter : **DT4, DT5, DT13** et **DT 14** | Répondre sur **DR2** |

Le service maintenance a choisi le limiteur de couple suivant :

**SK1/150/F/17/120/80-150/acier inox**

* **Réaliser** l’implantation du limiteur de couple sur le **DR2**.

**NB** : pour la représentation du limiteur on se limitera aux surfaces fonctionnelles et à l’encombrement extérieur.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **3** | **Améliorations techniques** |  |
|  | Durée conseillée : 130 min |

Le service de maintenance souhaite installer un convoyeur (ou vis hélicoidale) de Haute Performence sur les 3 centrifugeuses. En effet le kit proposé par la société Alpha Laval concepteur du décanteur permet d’augmenter les performances du système tout en réalisant des économies d’énergie et de maintenance en limitant l’impact de l’abrasion.

**Zone de l’étude**

Vis du convoyeur

Bol du convoyeur

Moteur Principal

Pm = 20 kW

Nm = 1450 tr/min

L’étude proposée permettra :

* de choisir la référence du kit à installer,
* de comparer les couples de frottements,
* d’évaluer l’influence de ce changement sur les coûts de maintenance.

**DQ5**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q3.1 | Documents à consulter : **DT6, DT7** | Répondre sur **feuille de copie** |

* **Calculer** à l’aide de la formule ci-dessous l’angle βde la vis sachant que l’on souhaite un débit théorique **Qc** pour une vitesse relative **Nr** (Nr est la différence de vitesse entre le bol et la vis du convoyeur). Choisir l’angle de la vis le plus proche des valeurs proposées dans le document DT6.

**tan** β **= 376,8.Nr.h.p2 / Qc**

**Données : attention les unités ne sont pas à modifier.**

* + p = 130 mm,
  + h = 0,0353 mm
  + Qc = 5 m3.h-1
  + Nr = 6 tr.min-1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q3.2 |  | Répondre sur **feuille de copie** |

Pour la suite du sujet nous prendrons un angle de vis **β= 15,4°**.

Le débit théorique **Qc** est fonction de 2 paramètres :

* L’angle de convoyage noté **α**
* Le facteur de frottement vis/boues noté **fv**

**Représentation schématique dans le plan (O,x,y) de la vis et du bol du convoyeur**

Bol

y

**Sens du convoyage théorique**

**Sens du convoyage réel**

Filet de la vis du convoyeur

α

β **:** angle vis

x

* **Calculer** l’angle de convoyage **α** **théorique** à l’aide de la relation suivante :

**tan** **α = sin β / (1 - cos β)**

**DQ6**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q3.3 |  | Répondre sur **DR1** |

L’angle de convoyage **α** **réel** est fonction du facteur de frottement vis/boue noté **fv.**

* **Relever** sur l’abaque du document DR1 le facteur de frottement **fv** donné par le constructeur Alpha Laval correspondant aux angles de convoyage **α théorique** et de vis **β**déterminés précédemment.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q3.4 | Document à consulter : **DT6** | Répondre sur **DR1** |

* **En déduire** la référence du kit proposé par le constructeur ALPHA LAVAL.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q3.5 | Document à consulter : **DT6**, **DT7** | Répondre sur **feuille de copie** |

Le service maintenance souhaite définir le gain obtenu en termes de couple de frottement entre la vis et la boue par rapport à la solution initiale.

Une étude de dynamique a permis de déterminer l’effort équivalent résultant de l’action de la boue sur le filet de la vis du convoyeur (voir DT7) :

**Fboue->vis = 470 N**

**Caractéristiques de la vis du convoyeur d’origine :**

- angle vis β = 6,1°

- angle de convoyage α = 45°

**- facteur de frottement vis /boue fv/b = 0,5**

**Caractéristiques de la vis du convoyeur Haute Performance :**

- angle vis β = 15,4°

- angle de convoyage α = 82,4°

**- facteur de frottement vis/boue fv/b = 0,1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q3.5.1 |  | Répondre sur **feuille de copie** |

* **Calculer** la composante tangentielle notée **Torigine** due au frottement de la boue sur la vis dans le cas de la vis d’origine.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q3.5.2 |  | Répondre sur **feuille de copie** |

* **Calculer** la composante tangentielle notée **Thp** due au frottement de la boue sur la vis dans le cas de la vis haute performance.

**DQ7**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q3.5.3 |  | Répondre sur **feuille de copie** |

La force tangentielle **T** s’applique sur un rayon moyen noté **Rmoy** :

**R moy = 158,85 mm**

* **Calculer** le couple de frottement noté **Cf** dans le cas de la vis d’origine.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q3.5.4 |  | Répondre sur **feuille de copie** |

* **Calculer** le couple de frottement noté **Cf** dans le cas de la vis haute performance.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q3.5.5 |  | Répondre sur **feuille de copie** |

* **Calculer** la diminution du couple de frottement entre la boue et la vis en %.
* **En déduire** les avantages de la diminution du couple de frottement sur :
* la consommation électrique de la centrifugeuse,
* la durée de vie des plaquettes de frottement et en conséquence le nombre d’intervention de la maintenance sur la vis du convoyeur.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Q3.6 | Documents à consulter : **DT8 à DT12** | Répondre sur **feuille de copie** |

La transmission de puissance entre le moteur principal et le bol est réalisée par courroie. La durée de vie des courroies initiales ne donne pas satisfaction, le service de maintenance souhaite installer de nouvelles courroies trapézoïdales.

* **Déterminer** les éléments de la transmission en suivant la démarche ci-dessous.

**DQ8**

**Zone de l’étude**

Moteur Principal

Pm = 20 Kw

Nm = 1450 tr/min

**Données :**

* Nombre d’heure de fonctionnement : 8h/jour
* Couple de fonctionnement variable
* Pmoteur : 20 kW
* Nmoteur : 1450 tr.min-1
* Nbol : 3250 tr.min-1
* Entraxe : 900 mm
* Diamètre poulie motrice : D = 212 mm

**Démarche à suivre :**

1. **Déterminer** le facteur de service **S** ;
2. **Calculer** la puissance de calcul **Pc**;
3. **Choisir** la section de la courroie en fonction de la puissance **Pc** et de la vitesse de rotation de la petite poulie ;
4. **Calculer** le rapport de transmission ;
5. **Déterminer** le diamètre de la poulie réceptrice ;
6. **Vérifier** que la vitesse linéaire de la courroie est inférieure à la vitesse maxi ;
7. **Calculer** la longueur de référence théorique de la courroie ;
8. **Choisir** la longueur de référence standard la plus proche ;
9. **Déterminer** le facteur de longueur **CL**;
10. **Déterminer** la puissance brute transmissible par courroie ;
11. **Rechercher** le facteur d’arc **a** ;
12. **Calculer** le nombre de courroies.

**DQ9**