

CONCEPTION DES APPAREILS

Sous épreuve U41-B

MECANIQUE

Temps conseillé : 2h

Documents fournis :

Présentation : Documents DT1-A-B, DT2-A-B

Texte du sujet : Documents DS1-B, DS2-B, DS3-B

Ressources Technique : Documents DT1-B, DT2-B, DT3-B

Documents à rendre :

Toutes les réponses s'effectueront sur feuilles de copie réglementaires

L'évaluation du travail portera sur :

- l'exactitude de la démarche conduisant aux réponses
- l'exactitude des réponses
- la qualité de la présentation du travail

CONCEPTION DES APPAREILS

Epreuve E41

MECANIQUE

L'objectif de cette étude est de valider les différents éléments constituant l'échangeur thermique E85 soumis à des sollicitations dues à la pesanteur.

Description de l'appareil (voir doc.DT1-B figure 1)

L'appareil est un échangeur thermique rejet aqueux – eau froide à tête mobile constitué d'une calandre (1) posée sur deux supports (4) et (5) et de deux boîtes de fermeture (2) et (3). L'échangeur repose sur ses supports avec une légère inclinaison (négligée) permettant une vidange plus efficace.

1. Etude en flexion du corps de l'appareil

Hypothèses de modélisation: (voir doc.DT1-B figure 2)

- l'échangeur est considéré horizontal
- les liaisons sont considérées parfaites
- le système admet le plan (\bar{x}, \bar{y}) comme plan de symétrie
- la liaison corps (1) – support (4) est ponctuelle de normale (C, \bar{y})
- la liaison corps (1) – support (5) est ponctuelle de normale (D, \bar{y})
- le corps de l'appareil sera modélisé par le tube (1) sur toute sa longueur (on englobe les fonds)

Données :

- tube (1) constituant le corps de l'appareil : $De=450 \text{ mm}$, $e=20 \text{ mm}$, longueur $L=5900 \text{ mm}$
- q_1 : charge uniformément répartie entre A et F due au poids du tube (1) en N/m
- q_2 : charge uniformément répartie entre B et E due au poids des liquides : 1500 N/m
- charge ponctuelle en B correspondant au poids des brides, du faisceau et de la plaque tubulaire repérés 6 situés tel que: $\overrightarrow{B_{6 \rightarrow 1}} = -4220 \cdot \bar{y}$ (unité : N)
- charge ponctuelle en E correspondant au poids des brides, du faisceau et de la plaque tubulaire repérés 7 situés tel que: $\overrightarrow{E_{7 \rightarrow 1}} = -3550 \cdot \bar{y}$ (unité : N)
- les poids des autres éléments seront négligés
- acier constituant le corps de l'appareil 1 : $P 265 \text{ GH}$; $Re = 235 \text{ MPa}$
- masse volumique de l'acier constituant l'appareil : $7,8 \text{ Kg/dm}^3$
- $g =$ accélération de la pesanteur = 10 m/s^2

Calculs

- 1.1 Calculer le poids du tube (1) constituant le corps de l'appareil (arrondi au N près)
- 1.2 En déduire le taux de charge q_1

- 1.3 Calculer le taux de charge q entre B et E résultant des actions q_1 et q_2
- 1.4 Déterminer les actions de contact en C et en D.
On prendra pour cette question: $q = 3700 \text{ N/m}$ et $q_1 = 2200 \text{ N/m}$
- 1.5 Le traitement informatique du problème (**Doc. DT2-B**) montre que le moment de flexion maxi se situe au niveau du point C.
Calculer la valeur de ce $M_f \text{ maxi}$.
On prendra : pour cette question $q = 3700 \text{ N/m}$, $q_1 = 2200 \text{ N/m}$, $C_{4 \rightarrow 1} = 15000 \text{ N}$, $D_{5 \rightarrow 1} = 14000 \text{ N}$
- 1.6 En déduire la contrainte maximale de flexion dans le corps de l'appareil.
On prendra pour cette question: $M_f \text{ maxi} = 6000 \text{ N.m}$; $I_{GZ} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$

2. Etude de la manutention de l'échangeur

La manutention et la mise en place sur le site s'effectueront à l'aide de deux élingues (E_1) et (E_2), et des anneaux de levage (8) et (9) (*voir doc.DT3-B figure 4*)

Hypothèses : (*voir doc.DT3-B figure 5*)

- l'échangeur est transporté vidé en position horizontale
- les liaisons sur les élingues sont ponctuelles
- le système admet le plan (\bar{x}, \bar{y}) comme plan de symétrie

Données :

- q_1 : charge uniformément répartie due au poids du tube 1 = 2200 N/m
- charge ponctuelle en B correspondant au poids des brides, du faisceau et de la plaque tubulaire repérés 6 situés tel que: $\overrightarrow{B_{6 \rightarrow 1}} = -4220 \cdot \bar{y}$ (unité : N)
- charge ponctuelle en E correspondant au poids des brides, du faisceau et de la plaque tubulaire repérés 7 situés tel que: $\overrightarrow{E_{7 \rightarrow 1}} = -3550 \cdot \bar{y}$ (unité : N)
- les poids des autres éléments seront négligés
- les élingues (E_1) et (E_2) sont de même longueur : $2,5 \text{ mètres}$
- $g = \text{accélération de la pesanteur} = 10 \text{ m/s}^2$

Calculs

- 2.1 Déterminer l'abscisse du point G, centre de gravité de l'ensemble ainsi que la valeur de la résultante du poids total : P_{total}
- 2.2 Déterminer l'abscisse du point K, déterminant la position de l'oreille 9, pour que l'échangeur soit en équilibre pendant l'élinguage (l'oreille (8) est fixée en J)
- 2.3 Déterminer l'angle β formé entre une élingue et l'axe vertical.
- 2.4 Déterminer l'effort de traction dans une élingue.
On prendra pour cette question $\beta = 37^\circ$ et $P_{\text{total}} = 20800 \text{ N}$

3. Vérification d'un cordon de soudure

Hypothèses: (voir doc.DT3-B figure 6)

- le cordon sera vérifié suivant la norme NF 22-470 à l'état limite ultime (E.L.U)
- le cordon est uniforme et continu
- la longueur utile du cordon est celle indiquée sur **DT3-B figure 6**

Données

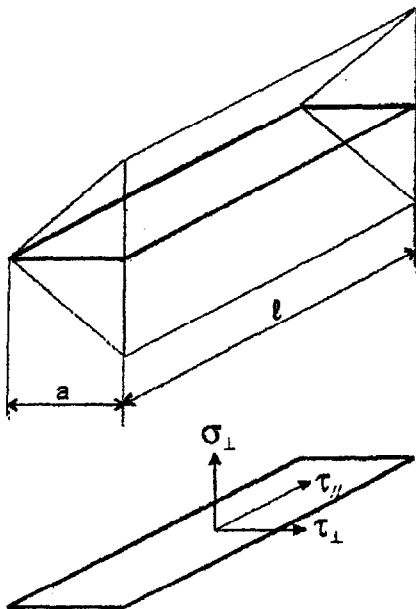
- résistance élastique des cordons de soudure : $\sigma_e = 235 \text{ MPa}$
- coefficient de pondération $k_p = 1.5$
- coefficient $k = 0,7$
- longueur utile du cordon $l_u = 250 \text{ mm}$
- l'angle β formé entre une élingue et l'axe vertical = 37°
- effort dans les élingues $I = 13100 \text{ N}$

Calculs

3.1 Vérifier la résistance d'un cordon de soudure.

Rappel

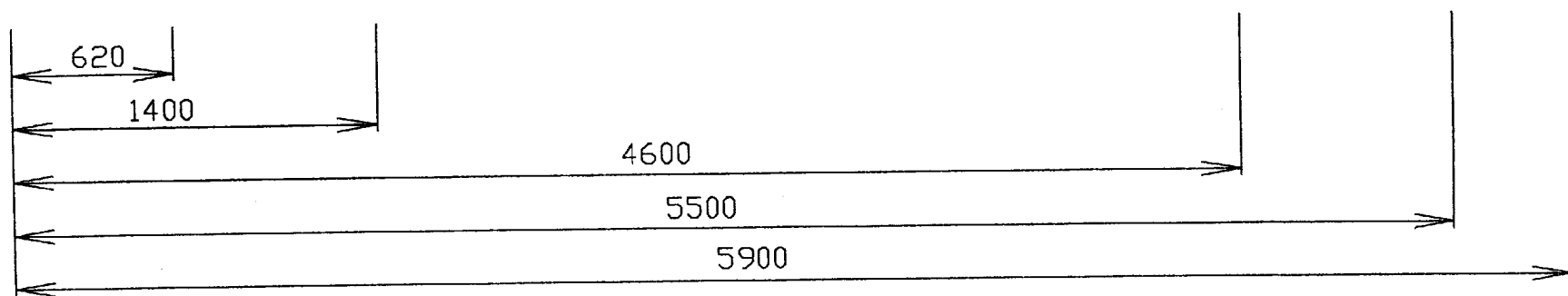
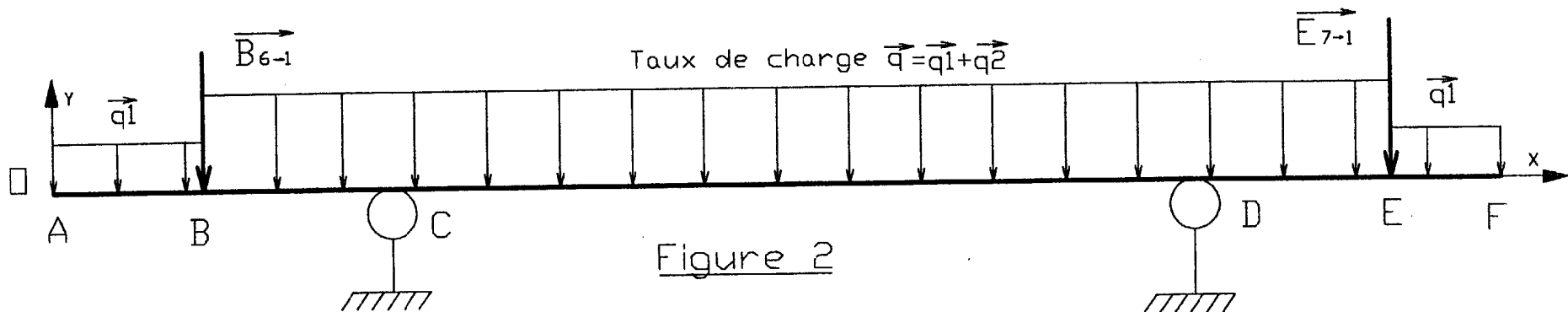
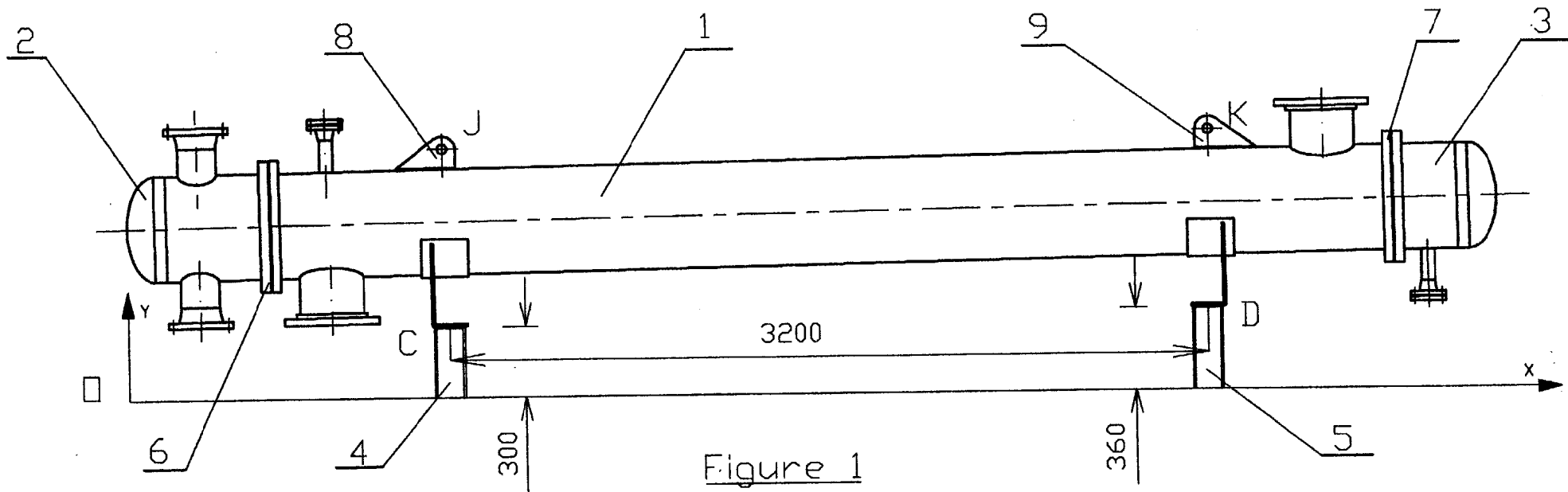
Résistance d'un cordon de soudure
Vérification suivant NF P 22-70



Formules de vérification

$$k\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq \sigma_e$$

$$\text{et } \sigma_{\perp} \leq \sigma_e$$



MOMENT FLECHISSANT [N.m]

