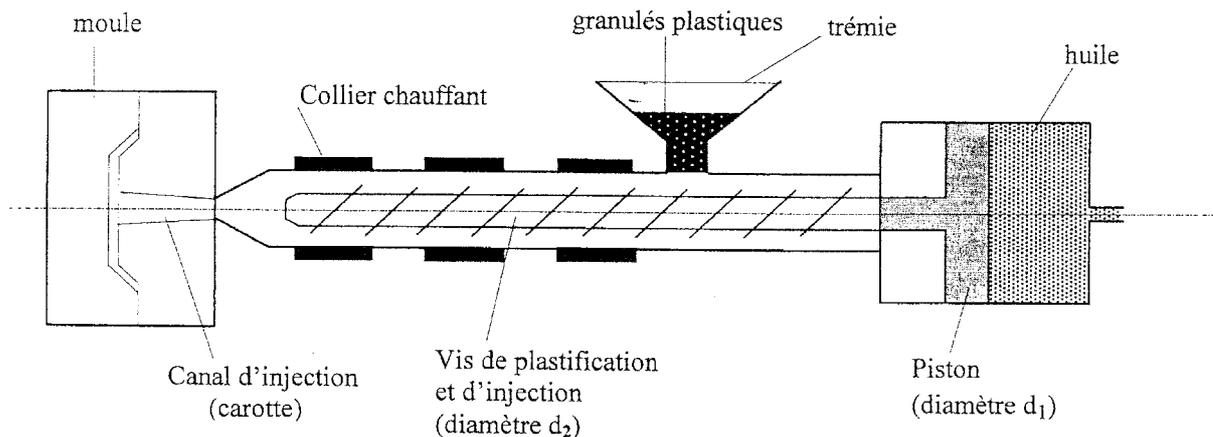


EXAMEN DE SORTIE BTS MOULSTES

EPREUVE DE PHYSIQUE APPLIQUEE

Le principal procédé de transformation des thermoplastiques est le moulage par injection sur une presse. Le principe consiste à introduire la résine (généralement sous formes de granulés) dans la presse, puis un système d'injection entraîne la fusion du polymère à température élevée avant de le couler sous haute pression dans les cavités d'un moule fermé.

Schéma simplifié d'une presse d'injection plastique



1. Étude préliminaire

La trémie alimente la vis de plastification en granulés de polyéthylène (PE). La masse m de matière nécessaire pour réaliser une injection vaut 14 g.
Le volume V_e de l'empreinte du moule est vaut 12 cm^3 .
La masse volumique ρ du PE vaut $950 \text{ kg} \cdot \text{M}^{-3}$.

- 1.1. Calculer la masse m_e de PE contenue dans l'empreinte.
- 1.2. En déduire le pourcentage p de PE inutilisé constituant la carotte.

2. Calorimétrie

Dans la trémie, les granulés plastiques sont à la température ambiante $T_a = 20 \text{ }^\circ\text{C}$,
Les actions conjuguées de la vis et des colliers chauffants vont permettre d'amener les granulés à une température d'injection S_i . La masse de PE injectée est $m = 14 \text{ g}$.

Données:

- température de fusion du PE : $T_F = 130 \text{ }^\circ\text{C}$.
- capacité thermique massique du PE solide: $C_s = 3,2 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- capacité thermique massique du PE liquide: $C_L = 3,1 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- chaleur latente de fusion du PE : $L_F = 1,6 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

- 2.1. Calculer l'énergie Q_1 nécessaire pour amener la masse m de PE à la température de fusion.
- 2.2. Calculer l'énergie Q_2 nécessaire pour faire fondre la masse m de PE.
- 2.3. L'énergie totale nécessaire pour amener la masse m de PE de T_a à T_i est $Q_t = 11074 \text{ J}$. Calculer la température d'injection T_i .

3. Transferts thermiques

La température du moule est noté T_m . La température T_i du PE injecté vaut $220\text{ }^\circ\text{C}$. La puissance thermique P échangée entre le polymère et le moule a pour expression:

$$P = \frac{T_i - T_m}{R_{th}}$$

étant la résistance thermique de la surface de contact moule - polymère.

3.1. Pour les valeurs $T_m = 20\text{ }^\circ\text{C}$ et $T_i = 220\text{ }^\circ\text{C}$, la puissance thermique échangée P est égale à 1 kW . Exprimer puis calculer R_{th} et préciser son unité.

3.2. L'énergie Q échangée durant la phase de refroidissement du moule est égale à 6000 J . Calculer le temps de refroidissement t du moule.

3.3. En cours de fabrication la température du moule atteint la valeur constante $T_m = 80\text{ }^\circ\text{C}$. Calculer alors le nouveau temps de refroidissement t' .

3.4. Quel dispositif doit-on prévoir au niveau du moule pour réduire le cycle de fabrication d'une pièce.

4. Thermodynamique:

Exercice 1:

Une pompe à chaleur fonctionne entre deux sources : une nappe souterraine qui constitue la source froide et l'eau du circuit de chauffage qui constitue la source chaude.

Le fluide utilisé dans cette pompe à chaleur est de l'air assimilable à un gaz parfait de constante $R = 8,32\text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$,

de capacité thermique molaire à pression constante $C_p = 29,1\text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$. Le rapport des capacités thermiques molaires à pression constante C_p et à volume constant C_v vaut $\gamma = 1,4$.

L'air de la pompe à chaleur décrit le cycle de transformations réversibles suivant :

- Passage de l'état initial A, à l'état B par une compression adiabatique dans un compresseur.

état A : pression : $P_A = 1,0 \times 10^5\text{ Pa}$, volume V_A , température $T_A = 298\text{ K}$;

état B : pression : $P_B = 2,2 \times 10^5\text{ Pa}$, volume V_B , température T_B .

- Passage de l'état B à l'état C par une transformation isobare pendant laquelle l'air reçoit de la source chaude une quantité de chaleur Q_1 .

état C : pression $P_C = P_B$, température $T_C = 340\text{ K}$

- Passage de l'état C à l'état D par une détente adiabatique.

état D : pression $P_D = P_A$, température T_D

- Passage de l'état D à l'état A par une transformation isobare pendant laquelle l'air reçoit de la source froide une quantité de chaleur Q_2 .

On effectuera les calculs relatifs à une mole d'air.

1 - Tracer l'allure du cycle dans le diagramme de Clapeyron.

2 - Calculer les volumes V_A et V_B .

3 - Calculer les températures T_B et T_D .

4 - Pour chaque cycle décrit par une mole d'air, calculer :

4.1 - les quantités de chaleur Q_1 et Q_2 .

4.2 - le travail W reçu au cours de la totalité du cycle.

5 - L'efficacité μ de la pompe à chaleur est le rapport de la quantité de chaleur reçue par la source chaude au cours d'un cycle décrit par l'air, et du travail reçu par l'air au cours de ce même cycle.

5.1 - Exprimer μ en fonction de Q_1 et W . Calculer sa valeur.

RAPPELS :

Pour un gaz parfait subissant une transformation adiabatique réversible d'un état A (P_A, V_A, T_A) à un état B (P_B, V_B, T_B), on peut écrire :

$$P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma \text{ avec } \gamma = C_p/C_v.$$