

Année : 2017-2018

EVALUATION DE FROID ET CLIMATISATION

DOCUMENTS AUTORISES

Date : 16/06/2018 - Durée : 3 H - Enseignant : MANZO Ismaïlou.

Techniques frigorifiques :

Le promoteur d'un supermarché envisage la construction d'une chambre froide négative. Les conditions intérieures désirées dans la chambre froide sont les suivantes : Température entre -25°C et -10°C / humidité relative 90%.

Les dimensions intérieures de cette chambre froide sont les suivantes : longueur=30m ; largeur=20m ; hauteur=5m.

Les conditions climatiques du site de la chambre froide sont les suivantes : Température extérieure = 45°C ; humidité relative de 35%.

1. Etude de l'isolation : (6pts)

La conception va porter deux types de construction :

- Une construction du type isolation traditionnelle pour les parois latérales et le plafond ;
- Une construction du type panneaux préfabriqués pour les parois latérales et le plafond.

Dans les deux cas, la conception du sol de la chambre froide est la même.

Vous allez effectuer le calcul des épaisseurs d'isolation nécessaire pour un flux de chaleur admissible de 8 W/m^2 . Les coefficients de convection extérieur et intérieur sont respectivement de 20 et $10 \text{ W/(m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)}$.

1.1 Parois latérales (verticales) et plafond- Isolation traditionnelle :

On précise que l'isolation sera effectuée par deux couches de feuilles de polystyrène d'épaisseur égale. Déterminer l'épaisseur d'une feuille d'isolant. (1pt)

La constitution de la paroi est donnée dans le tableau suivant :

Constitution des parois	Coefficient de conductivité (W/m.°C)	Epaisseur (cm)
Enduit extérieur	0,9	5
Parpaing	0,75	15
Pare vapeur	Ne pas tenir compte	négligeable
Isolant polystyrène	0,035	-
Enduit intérieur	0,9	4

1.2. Parois latérales et plafond – panneaux préfabriqués :

Les parois sont constituées uniquement par des panneaux préfabriqués. Déterminer l'épaisseur d'isolation des panneaux préfabriqués. (1pt)

Les panneaux sont à base de mousse de polyuréthane ($\lambda_{is} = 0,023 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) avec revêtements extérieur et intérieur en tôle d'acier galvanisé épaisseur 15/10. On négligera la résistance créée par les revêtements extérieur et intérieur dans le calcul.

1.3. Sol de la chambre froide

La conception du sol est unique suivant la constitution suivante :

Constitution du sol	Coefficient de conductibilité ($\text{W/m}^\circ\text{C}$)	Epaisseur (cm)
Dalle armée (intérieur CF)	1,5	15
Ecran d'étanchéité	Ne pas tenir compte	Négligeable
Isolant polystyrène (1 seule couche)	0,035	-
Ecran d'étanchéité	Ne pas tenir compte	Négligeable
Dalle spéciale avec tuyauteries de circulation d'eau chaude	1,5	50
Béton maigre	1,3	15
Sous-sol		

Déterminez l'épaisseur isolation. (1pt)

La circulation d'eau chaude sera contrôlée par un thermostat placé en surface supérieure de la dalle spéciale contenant les tuyauteries. La température supposée homogène à la surface supérieure de cette dalle est maintenue à 6°C . Le flux de chaleur admissible dans la chambre froide par le sol est maintenu à 6 W/m^2 .

Déterminer le débit d'eau chaude en m^3/h à faire circuler dans les tuyauteries encastrées dans le sol en considérant un régime d'eau de $40^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C}$ (c'est-à-dire que l'eau chaude arrive à 40°C puis repart à 35°C) et en tenant compte du fait que 60% de la puissance fournie par cette eau chaude participe au maintien de la température de 6°C à la surface de la dalle spéciale. L'autre partie est dissipée vers le sous-sol. (1pt)

1.4. Métré de l'isolation (2pts)

Pour chaque conception, effectuez le métré (nombre et type de feuilles de polystyrène et/ou de plaques de panneaux préfabriqués) sous la forme suivante :

	Parois verticales		Sol		Plafond	
	Epaisseur (cm)	Quantité à commander en m^2	Epaisseur (cm)	Quantité à commander en m^2	Epaisseur (cm)	Quantité à commander en m^2
Isolation traditionnelle (polystyrène)						
Panneaux préfabriqués (polyuréthane)						

Les isolants doivent être choisis dans la liste du matériel suivant :

Feuilles de polystyrène de 2m x 1m			
Densité (Kg/m ³)	Epaisseur (cm)	Densité (Kg/m ³)	Epaisseur (cm)
5	5	30	20
30	6	30	10
5	10	5	15

Plaques de panneaux préfabriqués - polyuréthane			
Dimensions (long x larg)	Epaisseur (mm)	Dimensions (long x larg)	Epaisseur (mm)
1,2 m x 5 m	100	1,2 m x 5 m	140
2,4 m x 5 m	100	2,4 m x 5 m	140
1,2 m x 5 m	120	1,2 m x 5 m	160
2,4 m x 5 m	120	2,4 m x 5 m	160
1,2 m x 15 m	100	1,2 m x 15 m	140
2,4 m x 15 m	100	2,4 m x 15 m	140
1,2 m x 15 m	120	1,2 m x 15 m	160
2,4 m x 15 m	120	2,4 m x 15 m	200

2. Bilan thermique de la chambre froide en régime d'exploitation : (6pts)

Données :

- Densité de flux de chaleur identique pour toutes les parois, le sol et le plafond (on prendra une densité de 8 W/m² pour tenir compte du vieillissement de l'isolation).
- Introduction journalière des produits 200 tonnes (la température maximale d'admission des produits est de - 20°C et la chaleur massique moyenne des produits est de 2 KJ/Kg. °C)
- La manutention est assurée par 3 chariots élévateurs électriques d'une puissance unitaire de 10 KW et le temps de séjour d'un chariot est fixé à 6 h/jour.
- Le métabolisme d'un cariste (conducteur de chariot) est de 400 W/personne.
- Le système d'éclairage induit une puissance calorifique de 10 W/m² par rapport à la surface du sol pendant 8 heures.
- L'installation comprendra 4 frigorifères plafonniers (évaporateurs), le débit total brassé étant de 50 000 m³/h, la hauteur manométrique des ventilateurs est de 400 Pa et le rendement global des motos ventilateurs est de 0,65, le temps de fonctionnement des moteurs des ventilateurs est de 20 heures/jour.
- Le nombre de renouvellement d'air extérieur est de 2 volumes par Jour. Prendre $h_{\text{intérieure}} = -30 \text{ KJ/Kg}$; $h_{\text{extérieure}} = 101 \text{ kJ/Kg}$; masse volumique de l'air dans la chambre froide = 1,335 Kg/m³.
- Le temps de fonctionnement des compresseurs est fixé à 18 heures.

Effectuez le bilan thermique de la chambre froide. Vous prendrez un coefficient de sécurité de 20% dans l'estimation de ce bilan.

Déterminez la puissance frigorifique de l'installation.

3. Etude de la machine frigorifique : (8pts)

3.1. Régime de fonctionnement

Déterminez le régime de fonctionnement de la machine frigorifique, le condenseur utilisé pour les équipements est à refroidissement par air. Calculez les taux de compression de ces équipements frigorifiques pour chacun des fluides suivants : R134a ; R22. Faire un choix du fluide frigorigène en justifiant.

Ensuite, on décide de mettre en œuvre un condenseur à eau. L'approche de la tour sera prise égale à 7°C, l'échauffement de l'eau dans le condenseur sera pris égale à 5°C et la différence entre la température de condensation et la température moyenne de l'eau dans le condenseur sera prise égale à 6°C. La température humide de l'air extérieur à (45°C-35%) est de 30°C.

Calculez les taux de compression dans ce cas de figure pour les deux fluides R134a et R22.

3.2. Caractéristiques de la machine frigorifique

On retiendra la machine frigorifique fonctionnant au fluide frigorigène R22 avec un condenseur à eau associé à une tour de refroidissement.

Donnez une esquisse de l'installation frigorifique.

Effectuez le tracé du cycle frigorifique de la machine en adoptant un sous-refroidissement de 10°C et une surchauffe de 10°C.

Déterminer les caractéristiques suivantes :

- Le débit massique de fluide frigorigène véhiculé par le compresseur
- Le débit volumique de fluide frigorigène aspiré par le compresseur
- La puissance absorbée par le moteur électrique du compresseur
- La puissance calorifique rejetée au condenseur de la machine
- Le COP_{réel} de l'installation.

On donne :

- Puissance frigorifique : 140 KW ;
- Le rendement indiqué sera pris égal au rendement volumétrique, le rendement mécanique sera pris égal à 0,96, le rendement de transmission est de 0,94 et le rendement électrique est de 0,95.

Vérifiez bien que votre sujet comporte bien 7 pages à savoir les 4 pages de l'énoncé du problème, le diagramme enthalpique du R22 (à remettre à la fin du contrôle en mentionnant votre nom), les deux tableaux de relation pression-température pour le R134a et pour le R22.

Bonne rédaction

Tableau 2.3 : Table de saturation du fluide frigorigère R22.

T(°C)	-60	-59	-58	-57	-56	-55	-54	-53	-52	-51
P (bar)	0.375	0.397	0.420	0.444	0.469	0.496	0.523	0.552	0.582	0.613
T(°C)	-50	-49	-48	-47	-46	-45	-44	-43	-42	-41
P (bar)	0.645	0.679	0.714	0.751	0.789	0.829	0.870	0.913	0.958	1.00
T(°C)	-40	-39	-38	-37	-36	-35	-34	-33	-32	-31
P (bar)	1.05	1.10	1.15	1.21	1.26	1.32	1.38	1.44	1.50	1.57
T(°C)	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21
P (bar)	1.64	1.71	1.76	1.86	1.93	2.01	2.10	2.18	2.27	2.36
T(°C)	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11
P (bar)	2.45	2.55	2.65	2.75	2.85	2.96	3.07	3.19	3.30	3.42
T(°C)	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
P (bar)	3.55	3.67	3.81	3.94	4.08	4.22	4.36	4.51	4.66	4.82
T(°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P (bar)	4.98	5.14	5.31	5.48	5.66	5.84	6.03	6.22	6.41	6.61
T(°C)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
P (bar)	6.81	7.02	7.23	7.45	7.67	7.89	8.12	8.36	8.60	8.85
T(°C)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
P (bar)	9.10	9.36	9.62	9.89	10.2	10.4	10.7	11.0	11.3	11.6
T(°C)	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
P (bar)	11.9	12.2	12.6	12.9	13.2	13.5	13.9	14.2	14.6	15.0
T(°C)	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
P (bar)	15.3	15.7	16.1	16.5	16.9	17.3	17.7	18.1	18.6	19.0
T(°C)	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
P (bar)	19.4	19.9	20.3	20.8	21.3	21.8	22.2	22.7	23.2	23.8
T(°C)	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
P (bar)	24.3	24.8	25.3	25.9	26.4	27	27.6	28.2	28.7	29.3

P (en pression absolue)

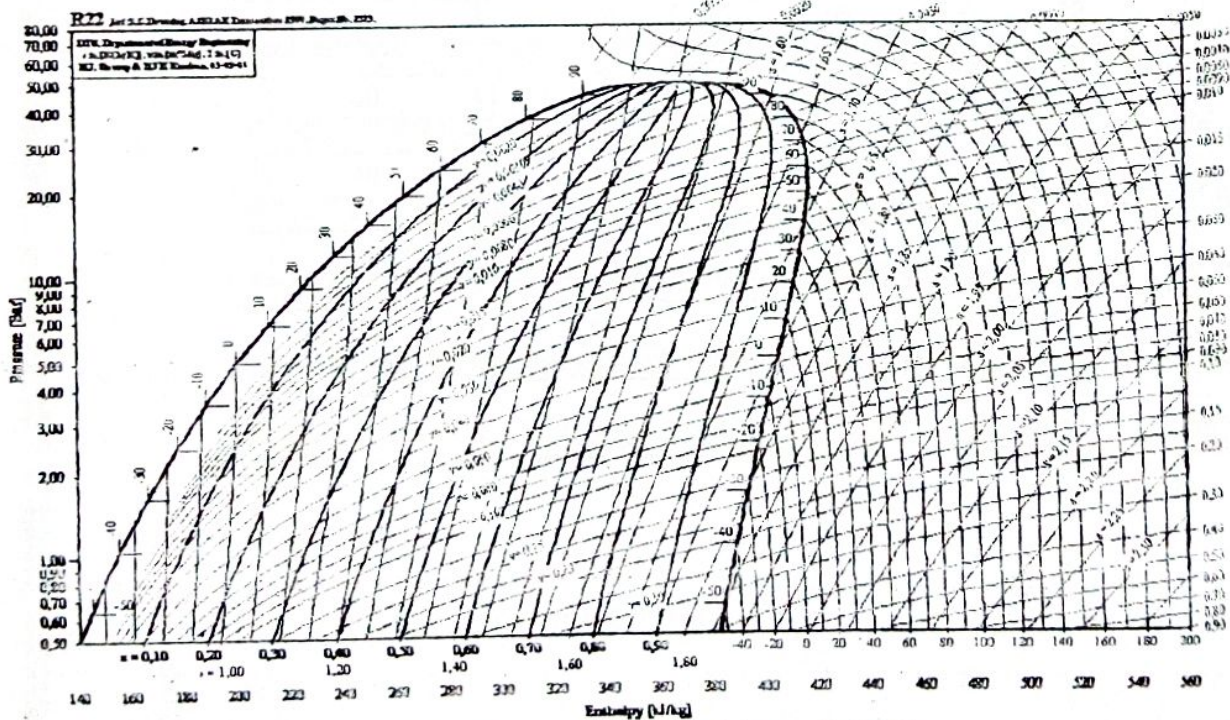


Figure 2.0 - Diagramme enthalpique du R22.

Caractéristiques du R 134a (suite)

t	-40	-39	-38	-37	-36	-35	-34	-33
t	-32	-31	-30	-29	-28	-27	-26	-25
t	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17
t	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9
t	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
t	0	1	2	3	4	5	6	7
t	8	9	10	11	12	13	14	15
t	16	17	18	19	20	21	22	23
t	24	25	26	27	28	29	30	31
t	32	33	34	35	36	37	38	39
t	40	41	42	43	44	45	46	47
t	48	49	50	51	52	53	54	55
t	56	57	58	59	60	61	62	63
t	64	65	66	67	68	69	70	71
t	72	73	74	75	76	77	78	79

Légende :

t = température en °C

p = pression absolue en bar

