Cálculo de una cámara frigorífica de frutillas (fresas)

Las dimensiones de la cámara son 6m de largo por 5m de ancho y alto. Con un pasillo central de 1,5m y almacenamiento en laterales de la cámara.

Los envases son de 1,5m de ancho, 2m de largo y 1m de alto. Por lo que entran 16 cajones en total dentro de la cámara.

El peso promedio de una frutilla es 30g y su volumen es de 60 cm^3 (6\*10^-5 m^3) aproximadamente.

Dentro de cada envase entrarían, estimando el lugar que ocupan, 40000 frutillas por cajón, por lo tanto, el peso de cada uno es 1200 kg.

Datos:  
  
1. G máx = Peso máximo del producto a almacenar en la cámara (Kg) = 19200 kg  
2. T renov. = Tiempo de renovación del producto en la cámara (días) = 7 días  
3. G pr/env = Peso del producto que entra en cada envase (Kg prod./envase) = 1200kg  
4. t1 = Temperatura de entrada del producto a la cámara (°C) = 25°C  
5. t2 = Temperatura de conservación del producto en la cámara (°C) = 1°C  
6. T func =Tiempo de funcionamiento del sistema de enfriamiento (h/día) = 12 h/dia  
7. Tipo de envase a utilizar (torito, jaula, bolsas, cajones, etc.) = cajón   
8. Material del envase (madera, cartón, plástico, vidrio,…,etc.) = plástico

1 – Calor sensible de enfriamiento del producto (Q1)  
 **Q1 = Gpr . Cp pr . (t1 – t2)**  
 Q1 = Calor sensible de enfriamiento del producto hasta la temperatura de conservación que le corresponda, siendo esta siempre menor que la temperatura de congelamiento. (kcal/día)  
 G pr = Peso del producto a enfriar por día (kg/día)  
 G pr = G máx / T renov = 2743 kg/dia

Cp (calor especifico en calorías) = 0,47 kcal/(kg °C)

Q1= 30941 kcal/dia

2 – Calor sensible de enfriamiento del envase (Q2)  
 **Q2 = Genv . Cp env . (t1 – t2)** Genv = Genv.unitario. N°env.diarios = 618 kg/dia  
 Genv = (kg/envase x envases/día)

Genv.unitario = 270 kg  
 N°env.diarios = G**pr / G pr/env** N°env.diarios = (kg/día / kg/env) = (env / día) = 2,29 env/dia

Tomo la densidad del plástico como 0,9 g/cm^3 (900 kg/m^3) y calor especifico de Cp= 0,4 kcal/(kg °C)

El espesor del cajón es 3 cm y el volumen de cajón (solo material) es de 0,3 m^3. Realizo esta cuenta para calcular del peso de cada cajón. Volumen\*densidad= 270 kg

Q2= 5933 kcal/dia

3-Calor sensible de los motores eléctricos (Q3):

Q3 = V cámara . Q diario ventilador  
 Q diario ventilador = 10 a 50 (kcal/día m3)

El volumen de la cámara es 150 m^3

Y uso un Q ventilador de 40 kcal/día

Q3= 6000 kcal/día

4- Calor sensible del autoelevador (Q4):  
Q4 = 860. Pmotor . T func.autoelevador

El motor del autoelevador es de 50 kW

Se utiliza 2 horas por día. La cte 860 es en KWh

Q4= 86000 kcal/día

5- **Calor sensible de iluminación (Q5)** **Q**4 = 860. **P**iluminación . **T** func.autoelevador  
 **P**iluminación = densidad de iluminación x superficie a iluminar  
Densidad = 5 a 10 Watt/m2

La densidad de iluminación será de 7 W/m^2.

La superficie a iluminar la considero del tamaño de una pared lateral, o sea, 30 m^2.

Q4=361,2 kcal/día

**6-Calor sensible del personal:** (Q**6**)  
Q6= Qoperario **. N°** operarios **. T** perm.operaios  
 Qoperario = 150 (kcal/h)

El tiempo de cada operario es 2 hora y son 2 operarios.

Q6= 600 kcal/día

7- **Calor sensible por ganancia de paredes, techos y piso:** (Q**7**)

Uso material aislante de poliuretano con grosor tal que el coef. Global U= 0,24 kcal/(h °C m^2)

El área interna de la cámara es de 170 m^2 considerando paredes, piso y techo.

Q7= U . Acam . (te – t1) . 24horas

Q7= 23500 kcal/día

8 **Calor sensible de renovación de aire** Q8  
 Q8 = Gaire. (he – hi)

Considerando aire seco. La densidad del aire a 1°C es 1,292 kg/m^3. El volumen de la cámara es de 150 m^3 y supongo un factor de pérdidas del 1,5 por abertura de puerta por día.

he (25°C) = 298 KJ/kg = 71,2 kcal/kg

hi (1°C) = 274 KJ/kg = 65,5 kcal/kg

Q8 = 1657 kcal/día

9- Calor de infiltración de aire está considerado en el punto 8 con el factor de pérdidas.

10- **Calor latente por respiración del producto o calor vital** (Q10)

Q10= Gmax . Qvital . 24 horas

Qvital (fresa) = 43 W/Tonelada = 37\*10^-3 kcal/(kg\*h)

Q10 = 17050 kcal/día

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Carga de enfriamiento total diaria | Carga de enfriamiento total diaria efectiva | POTENCIA FRIGORIFICA DEL EQUIPO COMPRESOR | tiempo de funcionamiento |
| Q1 | 30941 |  |  | 12 |
| Q2 | 5933 |  |  |  |
| Q3 | 6000 |  |  |  |
| Q4 | 86000 |  |  |  |
| Q5 | 361,2 |  |  |  |
| Q6 | 600 |  |  |  |
| Q7 | 23500 |  |  |  |
| Q8 y Q9 | 1657 |  |  |  |
| Q10 | 17050 |  |  |  |
| Qtotal | 172042,2 | 189246,42 | 15770,535 |  |

qcompresor = 15770,535 kcal/h

Utilizo refrigerante R22

**Caudal másico de fluido refrigerante:**G fluido refrigerante = qcompresor / qevaporador

Utilizando un Evaporador Forzado 2 Hp o sea q=1282 kcal/kg

G fluido refrigerante = 12,3 kg/h

**Volumen de fluido refrigerante:  
V** fluido refrigerante = **G** fluido refrigerante . **V** esp.

Vesp (12°C) = 0,8066 x10-3 m^3/kg

12°C es la media de la temperatura interior y exterior.

V fluido refrigerante = 9,92 x10-3 m^3/h = 9,92 L/h

**POTENCIA MECÁNICA DEL COMPRESOR**Nefectiva = Gfluido refrigerante . Lc / 632 . ηmec.

**Nefectiva** = 0,67 HP   
 Lc = h final – h inicial = 43 kcal/kg

Las entalpias antes y después del evaporador son

hant= 230 kJ/kg = 55 kcal/kg

hpost= 410 kJ/kg = 98 kcal/kg

La eficiencia del compresor la considero en 80%

