



Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
Факультет «Энергомашиностроение»
Кафедра «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»



МИР

КЛИМАТА

«Энтропийно-статистический метод для анализа потерь в низкотемпературных системах»

Выполнила: студентка группы Э4-23М

Руководитель: д.т.н., проф.,

Осипенко В.В.

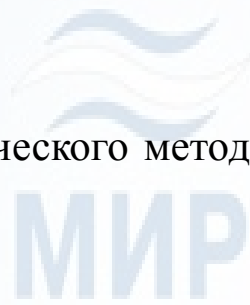
Лавров Н.А.

Цели и задачи

Цели: анализ и оценка возможности применения энтропийно-статистического метода для анализа потерь в низкотемпературных камерах охлаждения продуктов.

Задачи:

- определить потери при передаче холода в конденсаторе от кипящего хладагента к воздуху
- определить потери от инфильтрации воздуха в холодильную камеру (плохое уплотнение, открытая камера при загрузке – выгрузке охлаждаемых материалов)
- определить потери от дополнительных источников тепловыделений в охлаждаемом объеме (от не выключаемого освещения, от работы вентиляторов)
- определить потери через теплоизоляцию холодильной камеры
- потери вследствие неидеального теплообмена при отводе теплоты от охлаждаемого объекта к холодному воздуху
- определить затраты и выигрыш понижения производства энтропии при использовании мероприятий для уменьшения потерь



Энтропийно-статистический метод для анализа потерь в низкотемпературных системах

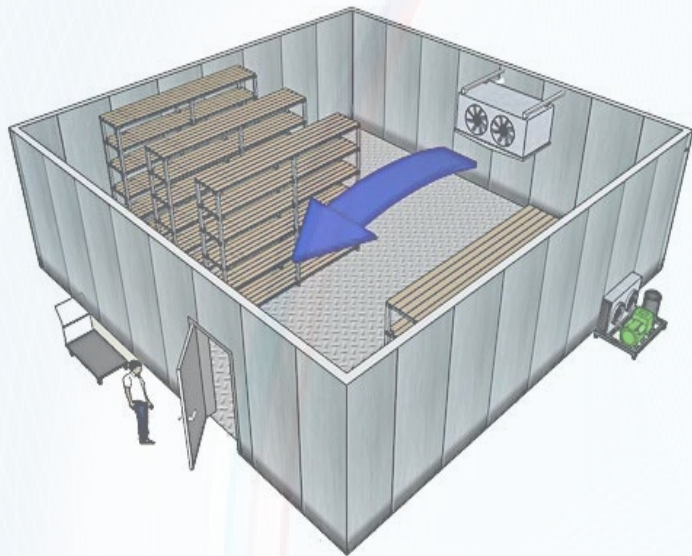


Рис. 1

- теплота дыхания Q_n пищевых продуктов, или полезная холодопроизводительность
- теплоприток через теплоизоляцию холодильной камеры Q_{mn}
- теплота, вносимая воздушным вентилятором,двигающая воздух от испарителя к объектам охлаждения Q_e
- теплота, вносимая при открытии и закрытии дверей холодильной камеры и включении освещения $Q_{\delta e}$

$$Q_x = Q_n + Q_{mn} + Q_e + Q_{\delta e}$$

$$L = \frac{Q_x}{\varepsilon} = \frac{Q_n + Q_{mn} + Q_e + Q_{\delta e}}{\varepsilon} = \frac{Q_n}{\varepsilon} + \frac{Q_{mn} + Q_e + Q_{\delta e}}{\varepsilon}$$

$$L_{\min} = Q_n \left(\frac{T_0}{T_x} - 1 \right)$$

$$Q = G \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$\Delta T_x = \Delta T_n + \Delta T_{mn} + \Delta T_e + \Delta T_{\delta e}$$

$$L = L_{\min} + T_0 \sum_{i=1}^{\kappa} \Delta S'_i$$

Энтропийно-статистический метод для анализа потерь в низкотемпературных системах

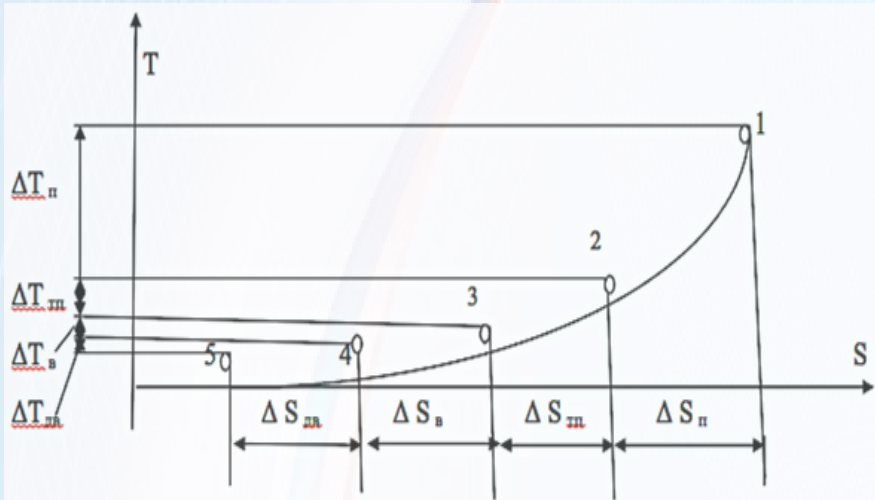


Рис. 2

$$\Delta S_x = \Delta S_n + \Delta S_{mn} + \Delta S_\epsilon + \Delta S_{\delta\epsilon}$$

$$dS = \frac{dQ}{T} \longrightarrow dQ = GC_p dT$$

$$\Delta T = \frac{Q}{GC_p}$$

$$\Delta S \approx \frac{Q_n}{T_4} + \frac{Q_{mn}}{T_3} + \frac{Q_\epsilon}{T_2} + \frac{Q_{\delta\epsilon}}{T_1}$$

$$\Delta S_{и\delta} = \frac{Q_n}{T_x} \longrightarrow \Delta S'_n = \Delta S_n - \Delta S_{и\delta} = GC_p \ln\left(1 + \frac{Q_n}{T_4 GC_p}\right) - \frac{Q_n}{T_x}$$

- потери вследствие конечного теплообмена между кипящим хладагентом в испарителе и внутренней стенкой испарителя, из-за термического сопротивления теплопередающей стенки испарителя, вследствие конечного коэффициента теплоотдачи между поверхностью испарителя и охлаждающим воздухом
- потери вследствие смешения воздушных потоков – нагретого после охлаждения тела и охлаждённого в испарителе холодильной машины

Энтропийно-статистический метод для анализа потерь в низкотемпературных системах

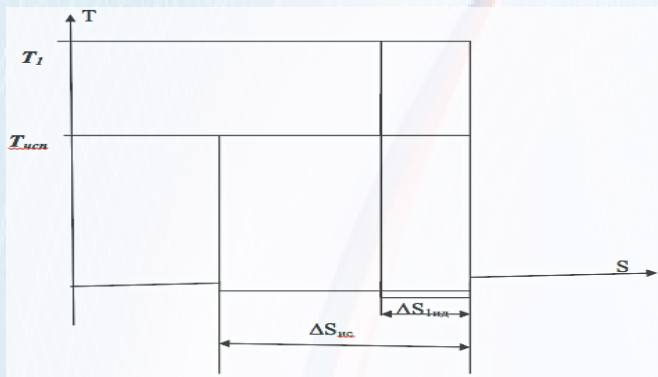


Рис. 3

$$\Delta S_{1,ид} = \frac{Q_x}{T_1}$$

$$\Delta S_{ис} = \frac{Q_x}{T_{ис}}$$

$$\Delta S'_{ис} = \Delta S_{ис} - \Delta S_{1,ид} = \frac{Q_x}{T_{ис}} - \frac{Q_x}{T_1}$$

МИР
КЛИМАТА

- уменьшить коэффициент теплопередачи между воздухом окружающей среды и воздухом в холодильной камере
- уменьшить тепловыделения вентилятора в холодильную камеру
- уменьшения теплоты, вносимую при открытии и закрытии дверей холодильной камеры и включении освещения
- уменьшение потерь из-за конечного коэффициента теплопередачи между воздухом и кипящим хладагентом может быть реализовано
- уменьшение потерь вследствие смешения воздушных потоков

Энтропийно-статистический метод для анализа потерь в низкотемпературных системах

МИР

- $\Delta \mathcal{E}_i = T_0 \Delta s_i$, где T_0 – температура окружающей среды
- $\Delta \mathcal{E}P_i = C_{\mathcal{E}} \Delta \mathcal{E}_i$, где $C_{\mathcal{E}}$ – стоимость электроэнергии
- $T_{ок_i} = Z_i / (\Delta \mathcal{E}P_i)$
- $Pr_i = \Delta \mathcal{E}P_i (T - T_{ок_i})$
- $Pr = \sum Pr_i = \sum \Delta \mathcal{E}P_i (T - T_{ок_i})$
- $PВр = \sum \Delta \mathcal{E}P_i (T - T_{ок_i}) K_i$, где K_i - функция принимающая два значения – 0 и 1

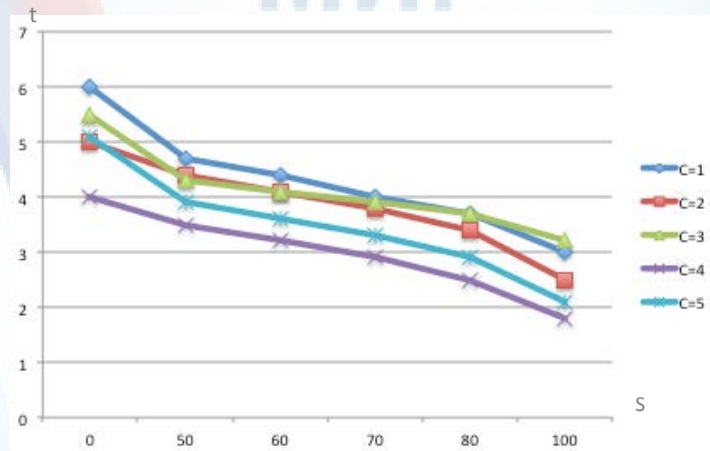


Рис. 4

Выводы

1. На основе энтропийно-статистического анализа создана модель, учитывающая все виды потерь в холодильной камере и затраты энергии для компенсации этих потерь.
2. Создана экономическая модель, позволяющая оценить экономическую выгоду от мероприятий по уменьшению рассматриваемых потерь.
3. В дальнейшем, на основе собранных экспериментальных и расчётных данных по величинам потерь в холодильных камерах и стоимости мероприятий по уменьшению этих потерь, предполагается провести расчёты и определить экономическую эффективность от внедрения мероприятий по уменьшению производства энтропии.



МИР

КЛИМАТА

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!