

Тепломассообменные процессы в промышленных холодильных машинах

Невзорова М. Н.
М-ТЭ-18-1



Холодильная машина - устройство, служащее для отвода теплоты от охлаждаемого тела при температуре более низкой, чем температура окружающей среды.

Холодильные машины используются для получения температур от 10°C до -150°C .



Рис. 1. Якоб Перкинс

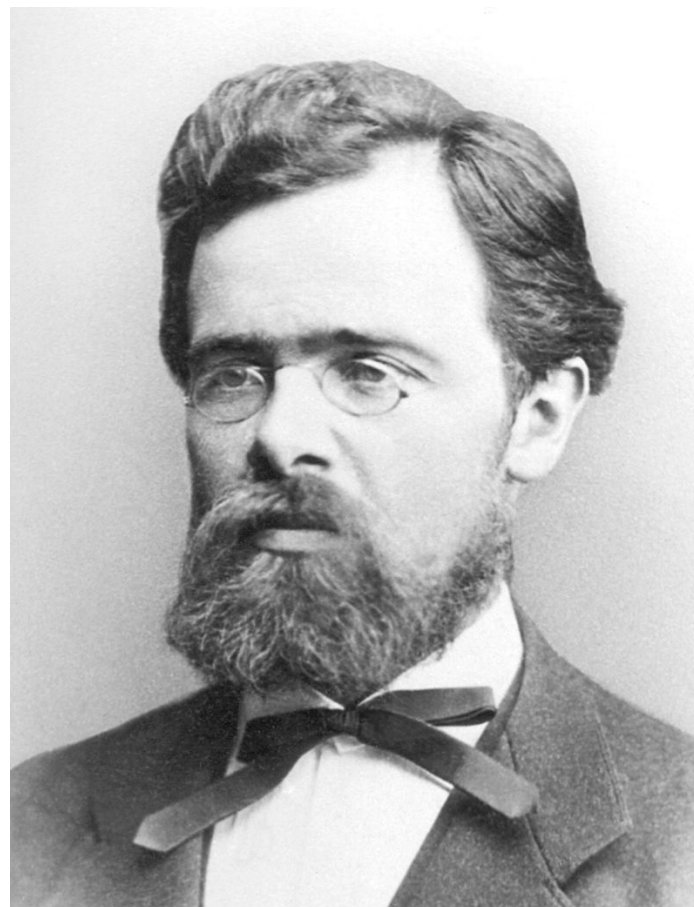
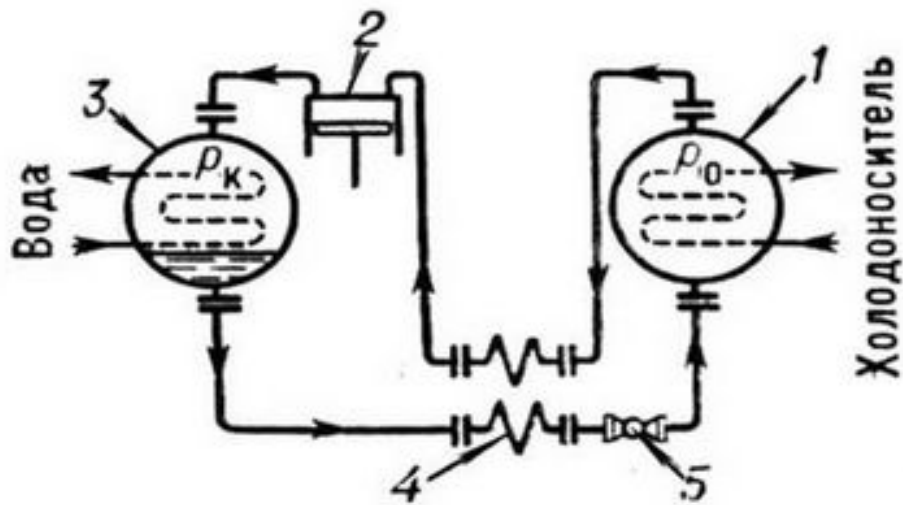
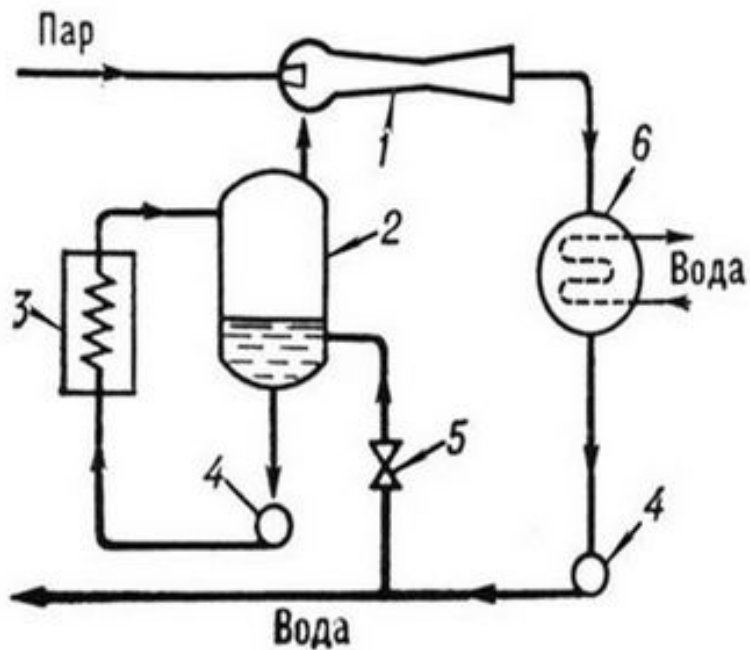


Рис. 2. Карл фон Линде



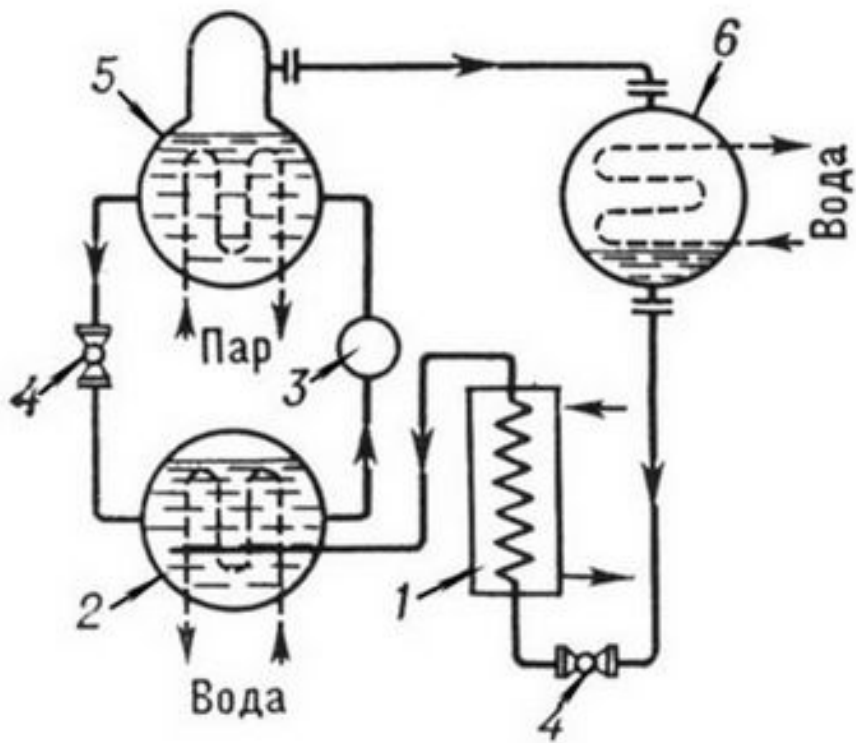
- 1 - испаритель;
- 2 - компрессор;
- 3 - конденсатор;
- 4 - теплообменник;
- 5 - терморегулирующий вентиль).

Рис. 3. Парокомпрессионная холодильная машина



- 1 - эжектор;
- 2 - испаритель;
- 3 - потребитель холода;
- 4 - насос;
- 5 - терморегулирующий вентиль;
- 6 - конденсатор.

Рис. 4. Пароэжекторная холодильная машина



- 1 - испаритель;
- 2 - абсорбер;
- 3 - насос;
- 4 - терморегулирующий
вентиль;
- 5 - кипятыльник;
- 6 - конденсатор.

Рис. 5. Абсорбционная холодильная машина

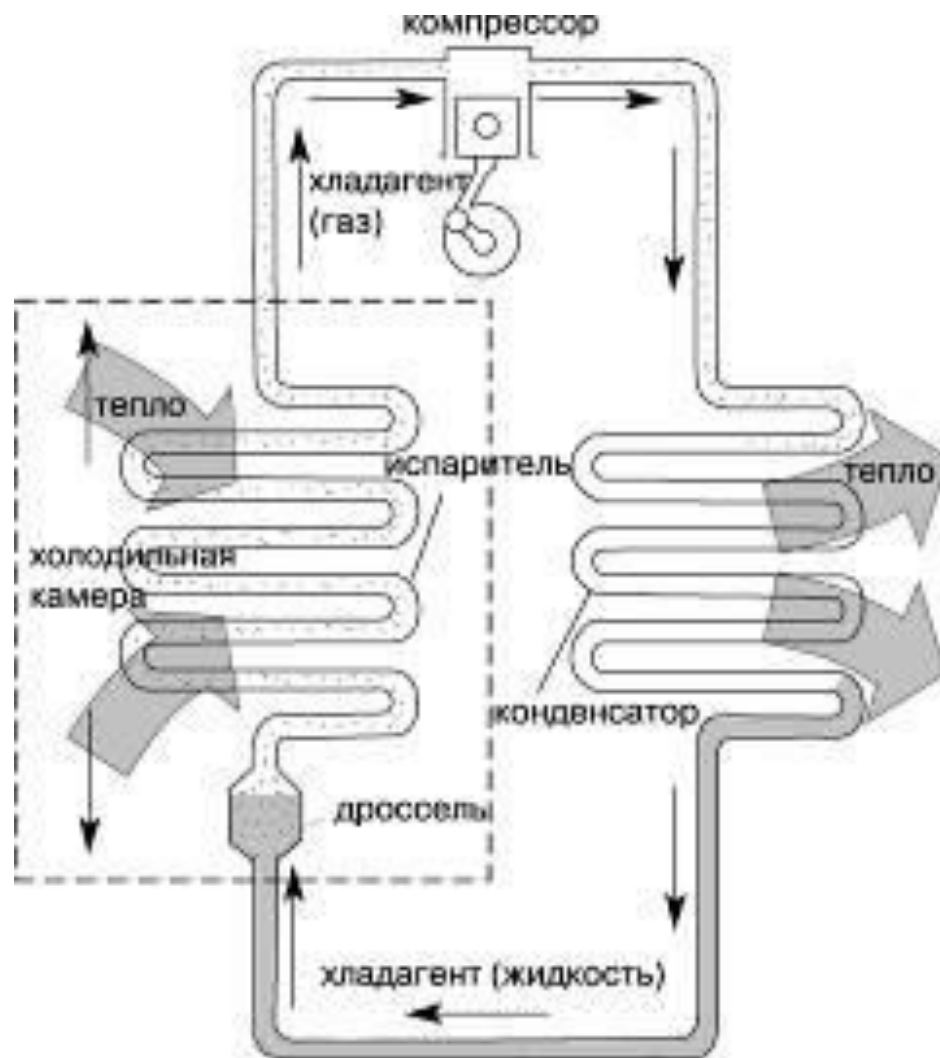


Рис. 6. Схема холодильной машины

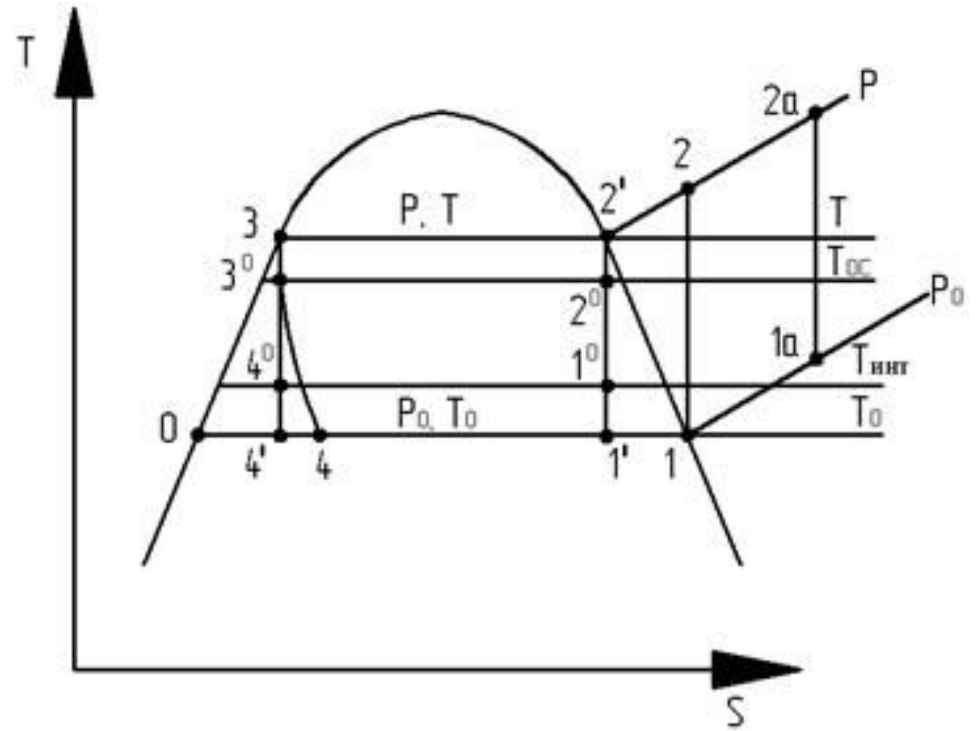
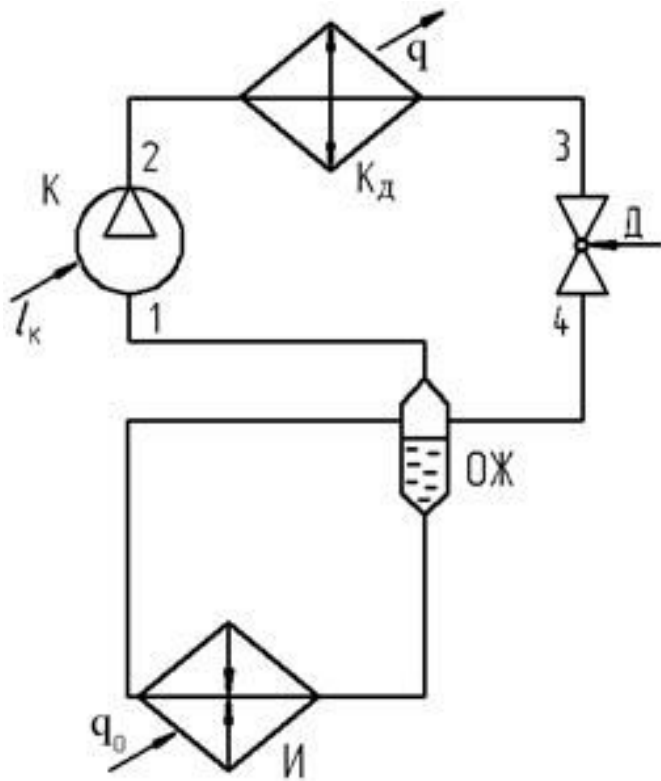
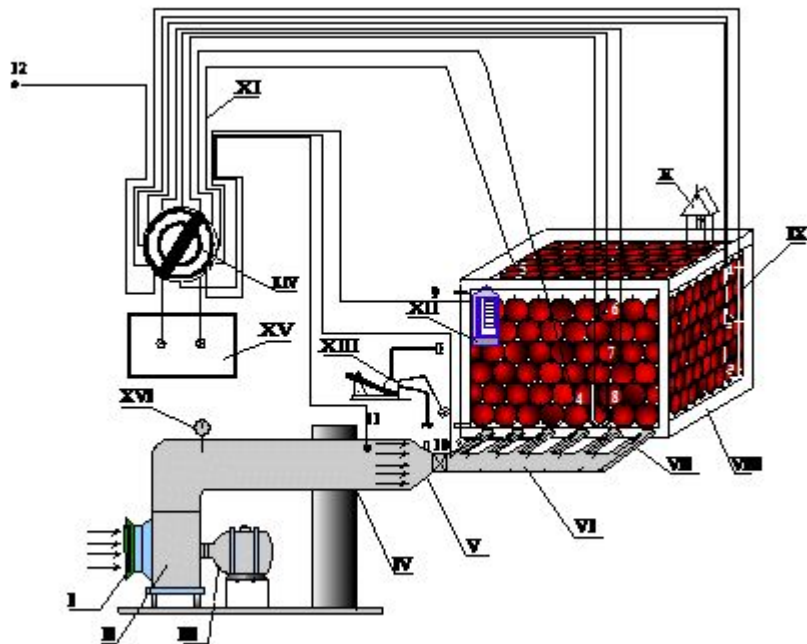


Рис. 7. Схема и цикл реальной холодильной машины



I – шибер; II – всасывающий воздуховод с вентилятором; III – электродвигатель вентилятора; IV – основной воздуховод; V – суживающееся сопло; VI – трубопровод – распределитель с расходомером и дросселирующими шайбами; VII – U – образный манометр; VIII – холодильная камера; IX – штабель продукции; X – вытяжной канал холодильной камеры; XI – проволоки измерителя; XII – психрометр Августа; XIII – микроманометр; XIV – переключатель измерителя; XV – компенсационный самопишущий прибор КСП – 4; XVI – манометр; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 – точки измерения температуры с хромель-копелевыми термопарами ТХК.

Рис. 8. Схема экспериментальной установки для исследования тепломассообмена в плодоовощном слое при охлаждении в условиях активного вентилирования

$$Nu_{ж} = 0,02(Gr \cdot Pr)^{0,5} \quad (1)$$

справедливо в пределах $35 \cdot 10^3 \leq (Gr, Pr)_{ж} \leq 35,4 \cdot 10^4$.

$$Nu = 0,027 Re^{0,98}, \quad (\text{при } 180 \leq Re \leq 1800) \quad (2)$$

$$Nu_m = 0,66(Ar \cdot Pr_m)^{0,26}; \quad (3)$$

$$Nu_m = 0,0248 Re^{0,9} Pr_m^{0,33} Gu^{0,135} \quad (4)$$

при $Re = 2,2 \cdot 10^4 \div 3,15 \cdot 10^5$,

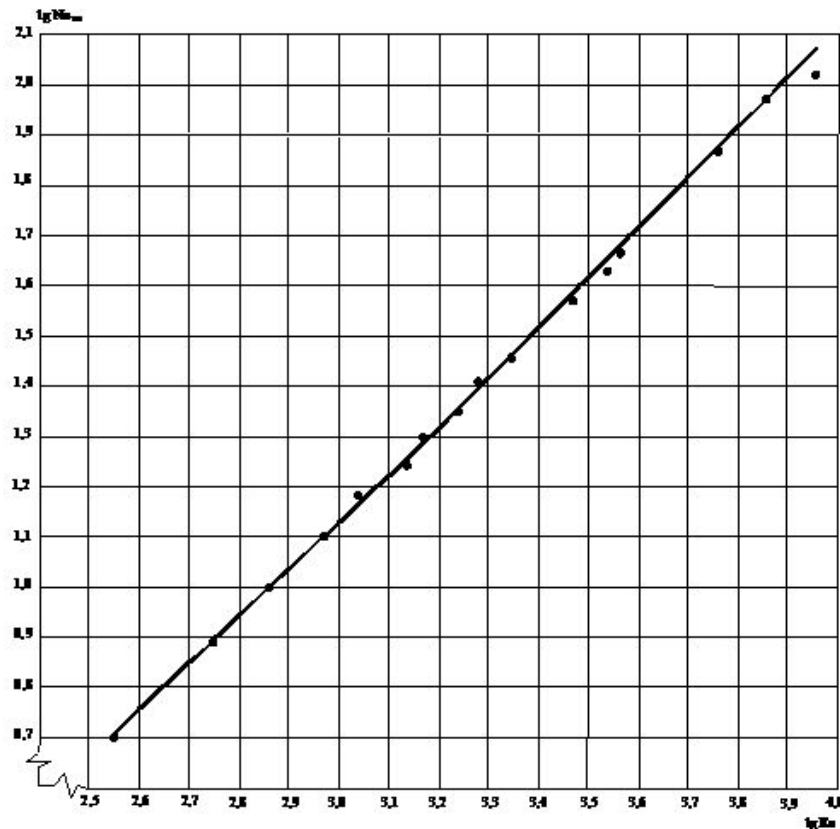
$$Nu_m = \frac{\beta l}{D} \quad (5)$$

$$\beta = \frac{\alpha_n}{c_p \rho}, i / \tilde{n} \quad (7)$$

$$Pr_m = \frac{\nu}{D} \quad (6)$$

$$\beta_p = 1,08 \cdot 10^{-6} \frac{w(1-m)\nu}{md_{cp}F} \quad (8)$$

$$\beta = \beta_p RT \quad (9)$$



$$Num = 0,0238 Re^{0,93}, (10)$$

при $Re = 3,65 \cdot 10^2 \div 9,12 \cdot 10^3$.

Рис. 9. Зависимость $Num = f(Re)$