

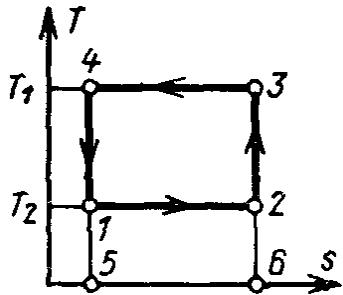
# **ЦИКЛЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

Общие характеристики холодильного цикла

*Холодильными установками* называются устройства, предназначенные для понижения температуры объектов ниже температуры окружающей среды и поддержания заданной низкой температуры.

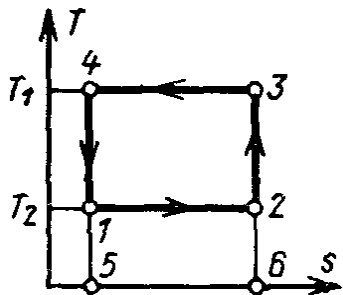
Тепло, отнимаемое от охлаждаемого объекта, воспринимается холодильным агентом и передается им окружающей среде.

Производство искусственного холода основано на совершении холодильным агентом обратного цикла. Наиболее экономичным из обратных циклов является обратный цикл Карно.



При изотермическом расширении по линии 1-2 хладагент получает от охлаждаемого объекта тепло  $q_2 = \text{пл. } 1-2-6-5-1$  при температуре  $T_2$ . Затем хладагент подвергается сжатию по линии 2-3, в результате чего его температура повышается до  $T_1$ , которую имеет теплоприемник, т.е. окружающая среда. В процессе 3-4 хладагент

отдает ей тепло  $q_1 = \text{пл. } 3-4-5-6-3$ , после чего адиабатно расширяется по линии 4-1 с понижением температуры до  $T_2$ , чем цикл и завершается.



Для осуществления этого цикла необходимо затратить работу  $l_0$ , измеряемую площадью, которая ограничена линией цикла 1-2-3-4-1 и равна разности работ расширения и сжатия холодильного агента.

$$В\ свою\ очередь\ l_0 = q_1 - q_2$$

Количество тепла  $Q_2$ , отводимое в единицу времени от охлаждаемого объекта, называется *холодопроизводительностью установки*.

Тепло  $q_2$ , отводимое от охлаждаемого объекта одним килограммом хладагента, называется *удельной холодопроизводительностью*.

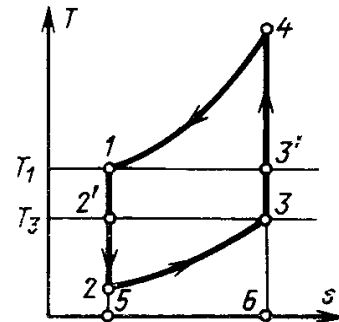
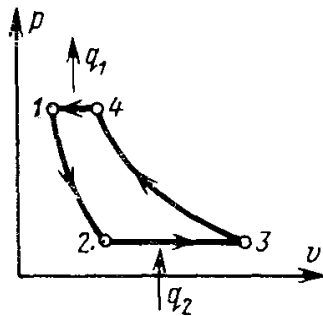
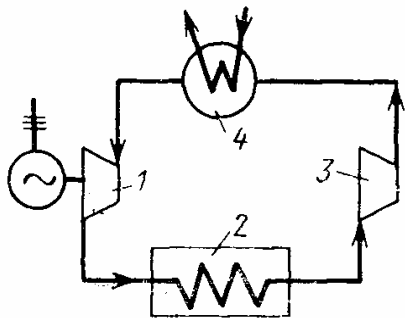
Для характеристики эффективности холодильного цикла служит холодильный коэффициент  $\varepsilon = q_2 / l_0$ .

По виду применяемых холодильных агентов холодильные установки делятся на *воздушные*, в которых холодильным агентом служит воздух, и *паровые*, в которых в качестве холодильных агентов используются пары различных низкокипящих веществ.

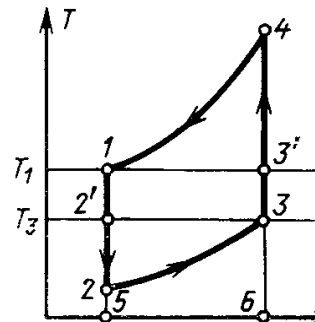
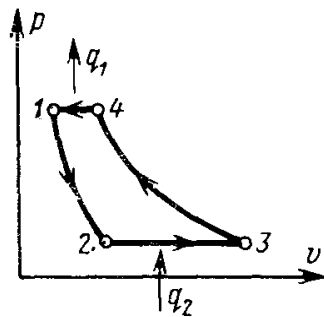
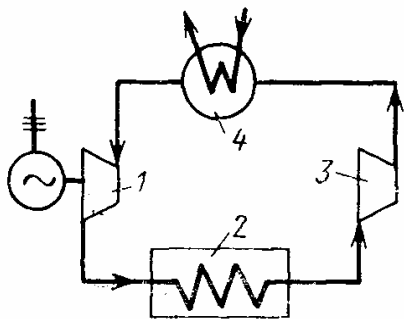
Паровые холодильные установки подразделяются на *парокомпрессионные*, *пароэжекторные* и *абсорбционные*.

Цикл воздушной холодильной установки

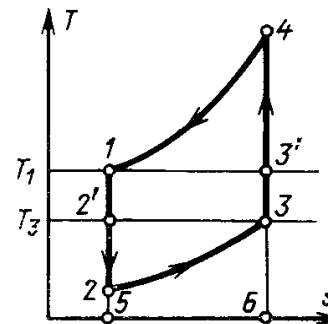
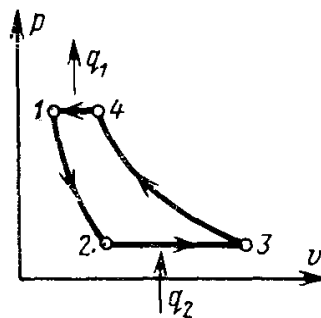
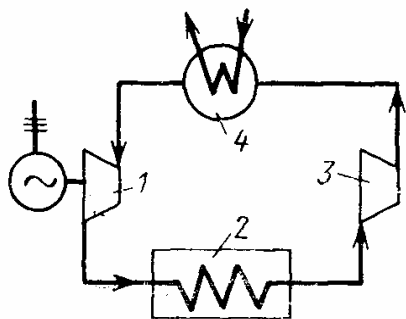




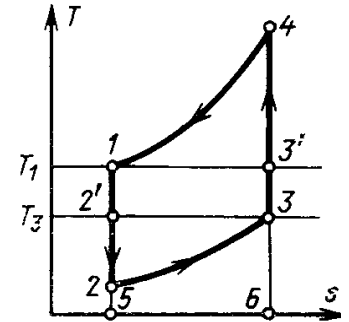
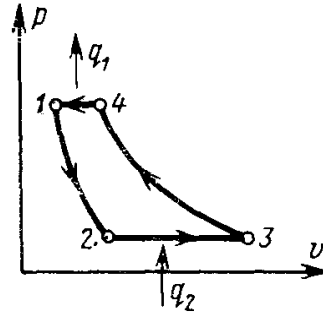
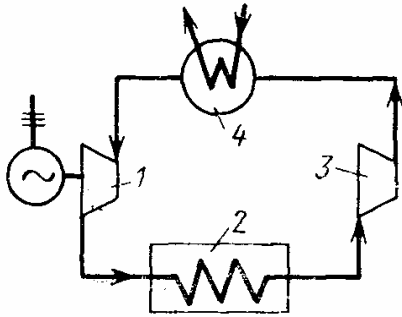
Воздух с давлением  $p_1$  поступает в детандер 1, где адиабатно расширяется по линии 1-2 до давления  $p_2$  и совершает при этом работу, отдаваемую детандером внешнему потребителю (например, генератору электрического тока). Расширение воздуха сопровождается понижением его температуры от  $T_1$  до  $T_2$ .



Затем воздух поступает в рефрижератор 2, где отбирает тепло от охлаждаемого объекта при  $p_2 = \text{const}$  по линии 2-3. Температура его при этом повышается от  $T_2$  до  $T_3$ , теоретически равной температуре охлаждаемого объекта.



Далее воздух направляется в компрессор 3, где сжимается до давления  $p_1$  с повышением температуры от  $T_3$  до  $T_4$  по адиабате 3-4.



Наконец, воздух поступает в охладитель 4, где его температура понижается при  $p = \text{const}$  по линии 4-1 за счет отдачи тепла охлаждающей воде, имеющей температуру окружающей среды, теоретически равную  $T_1$ .

Холодильный коэффициент установки

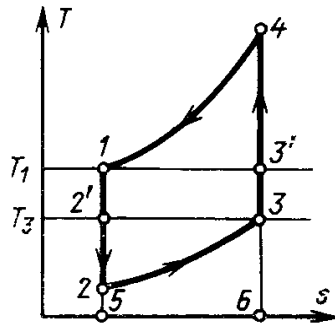
$$e = \frac{q_2}{q_1 - q_2}$$

$$q_1 = c_p (T_4 - T_1)$$

$$q_2 = c_p (T_3 - T_2)$$

Следовательно,

$$e = \frac{T_3 - T_2}{(T_4 - T_1) - (T_3 - T_2)} = \frac{1}{\frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} - 1} = \frac{1}{\frac{T_1}{T_2} - 1} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$



Обратный цикл Карно изображён прямоугольником 1-2'-3-3'-1, тогда

$$e_{\kappa} = \frac{q_{2\kappa}}{l_{o\kappa}} = \frac{\text{пл.}2'-5-6-3-2'}{\text{пл.}1-2'-3-3'-1} = \frac{T_3}{T_1 - T_3}$$

$$e_{\sigma} = \frac{q_{2\sigma}}{l_{o\sigma}} = \frac{\text{пл.}2-3-6-5-2}{\text{пл.}1-2-3-4-1} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

Т.к.  $q_{2\sigma} < q_{2\kappa}$ ,  $l_{o\sigma} > l_{o\kappa}$ , то  $\epsilon_{\kappa} > \epsilon_{\sigma}$ .

Таким образом, в цикле воздушной холодильной машины отбирается меньше тепла, чем в обратном цикле Карно, а затрачиваемая работа больше.

Это сравнение показывает, что эффективность воздушных холодильных установок невелика. И действительно, такие установки отличаются малой холодопроизводительностью и требуют больших расходов воздуха.