

РЕАЛЬНЫЕ И ИДЕАЛЬНЫЕ ЦИКЛЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Урсой Роберт, Донцов Дионисие

Политехнический Университет Молдовы

Абстрактно: В данной работе приведено краткое описание каждого из цикла холодильной машины, а также разобран вопрос, как можно достичь идеального цикла в реальной машине.

Ключевые слова: цикл, достижение, недостатки

1. Как рассчитываются теоретические циклы холодильных машин

Теоретические циклы холодильных машин рассчитывают исходя из следующих предположений:

А) Процессы кипения и конденсации протекают при неизменных давлениях и температурах; компрессор идеальный (без теплообмена, трения, потерь на дросселирование, вредного пространства и утечек);

Б) Сжатие адиабатическое;

В) Понижение давления хладагента, поступающего из конденсатора в испаритель, происходит в дроссельном регулирующем вентиле;

Г) Состояние хладагента в трубопроводах не изменяется.

В паровой холодильной машине наиболее близким, к обратимому циклу рабочего тела является обратный цикл Карно. Однако рабочие процессы применяемого теоретического цикла этой машины отличаются от цикла Карно, так как в действительном цикле расширительный цилиндр заменен дроссельным или регулирующим вентилем и компрессор всасывает не влажный пар, а сухой насыщенный или немного перегретый.

2. Обратимый цикл Карно

Передача тепла от холодного источника к тёплому, производится с минимальным потреблением энергии, с помощью цикла обратного обратимого цикла Карно, который так же назван идеальным циклом, который используется в среде с влажным паром.

Рабочий процесс разворачивается между температурой парообразования T_0 (или T_v), теоретически равной с температурой холодного источника T_r , температурой конденсации T_k , теоретически равной температуре теплового источника T_a , окружающей среды и двум обратимым адиабатичностями ($s = \text{const.}$): сжатие или расширение, то есть цикл прокрутки происходит против часовой стрелки.

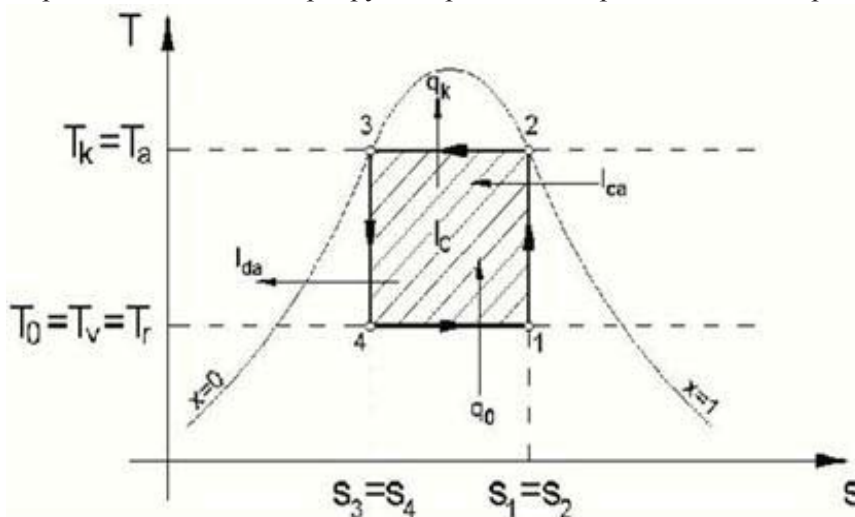


Рис. 1 Идеальный цикл Карно

Холодильный агент принимает тепло в испарителе установки, через изобаро-изотермический процесс 4-1. Пары полученные обратимым адиабатическим процессом, сжимаются компрессором, через процесс 1-2. После выброса из компрессора, рабочий агент попадает в конденсатор, где отдаёт

тепло, в похожем изобаро-изотермическом процессе 2-3. Полученная жидкость расширяется в детандере, рабочий процесс 3-4 из того же аппарата является адиабатическим обратимым, в результате цикл повторяется.

3. Реальный холодильный цикл

В реальных условиях существует ряд отклонений циклов функционирования холодильных установок от идеальных или теоретических условий, проанализированных в цикле приведённом ранее. Следовательно теплопередача в конденсатор и испаритель, происходит при конечных разностях температур, а сжатие в компрессоре, является адиабатически необратимым, за счёт внутреннего трения и других необратимых процессов. На рисунке, показан в диаграмме T-s, цикл который обращает внимание на эти необратимости.

Значение разностей температур в испарителе ΔT_0 и из конденсатора ΔT_k , будут проанализированы впоследствии. В компрессоре за счёт внутренних необратимостей, растёт энтропия холодильного агента, определяет перемещение к кривой которое показывает процесс сжатия. Анализируя диаграмму, в глаза бросается что все необратимости ведут к увеличению площади цикла, который, в последствии термодинамического анализа показывает, что является пропорциональным необходимой механической работы холодильной установки. Упомянутые необратимости могут быть двух типов: - внешние необратимости (теплопередача разностей температур); - внутренние необратимости (трение, турбулентность, гомогенизация, и т.д.).

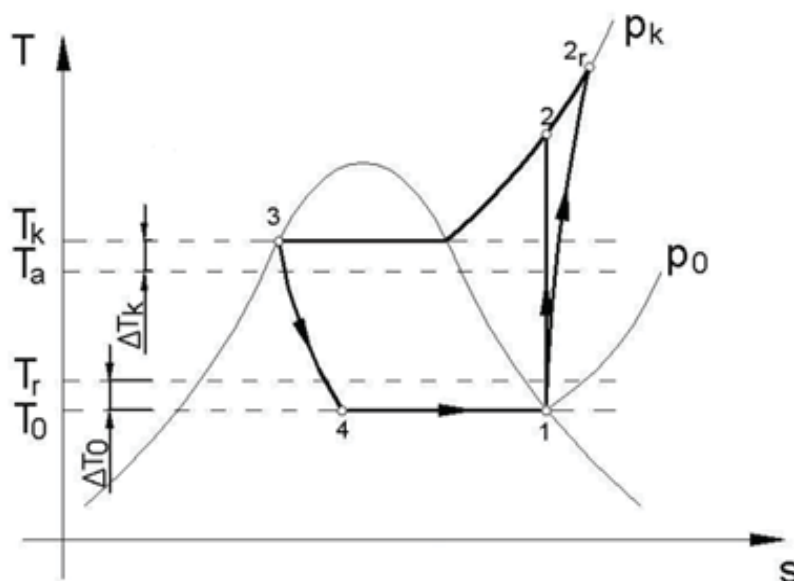


Рис. 2. Реальный и идеальный холодильный цикл

4. Как можно достичь

идеальных условий для работы холодильной машины?

Варианты достижения идеальных условий реальными холодильными установками:

1. Цикл с переохлаждением рабочего тела.
2. Цикл с регенерацией теплоты.
3. Сокращение потерь цикла от перегрева пара при сжатии.

1. Цикл с переохлаждением рабочего тела.

Необратимые потери, которые возникают при дросселировании можно уменьшить, применив переохлаждение рабочего тела. Схема и цикл холодильной машины с переохлаждением рабочего тела показаны на Рис.3

Схема холодильной машины дополняется ещё одним теплообменным аппаратом – переохладителем жидкости (ПО), расположенным между конденсатором и дроссельным вентилем. В некоторых конструкциях переохлаждение происходит в самих конденсаторах.

Переохлаждение чаще всего применяют, когда для отвода теплоты имеется два источника, например: обычная речная вода и более холодная вода артезианских скважин; воздух и вода. В этом случае процесс переохлаждения (3-4) идёт за счёт более холодного источника.

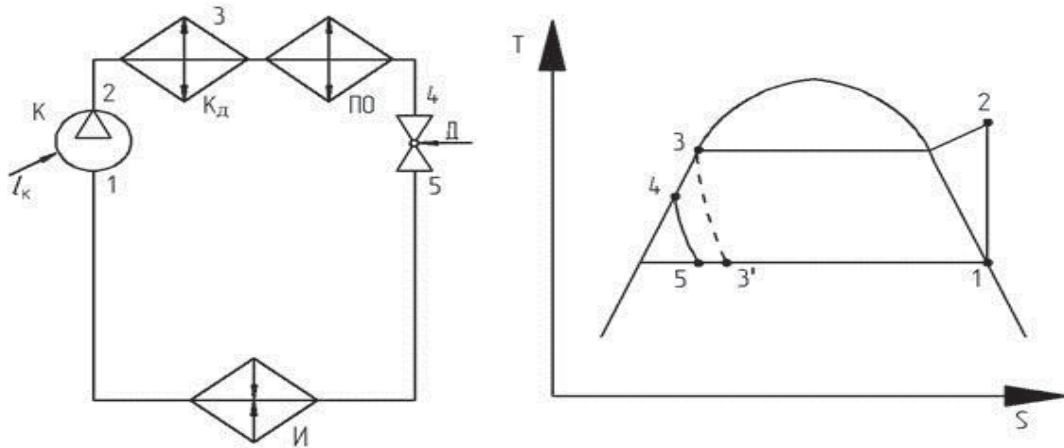


Рис.3 Схема и цикл холодильной машины с переохлаждением рабочего тела

2. Цикл с регенерацией теплоты.

В современных холодильных машинах, особенно фреоновых, вводится процесс регенеративного теплообмена между паром, выходящим из испарителя, и жидкостью, которая выходит из конденсатора. Схема и цикл холодильной машины с регенерацией теплоты, показаны на Рис.4.

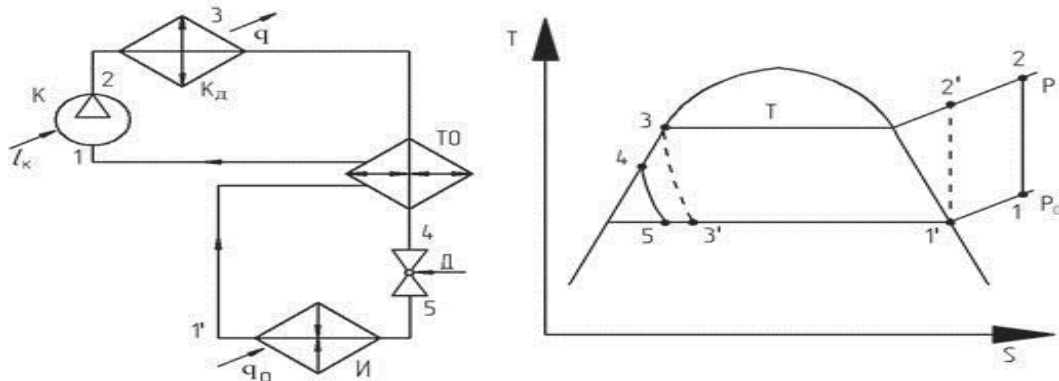


Рис.4. Схема и цикл холодильной машины с регенерацией теплоты.

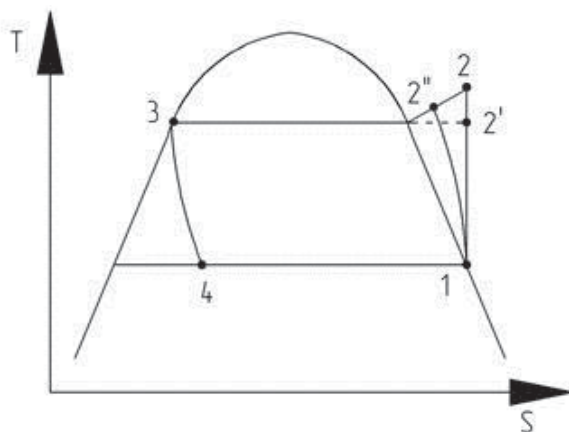


Рис. 5. Цикл холодильной машины при интенсивном охлаждении стенок цилиндров

В результате регенерации теплоты увеличивается холодопроизводительность

$$\Delta q_0 = i_3 - i_5$$

Одновременно увеличивается работа цикла (работа компрессора). Это увеличение эквивалентно площадке 1'-2'-2-1

3. Сокращение потерь цикла от перегрева пара при сжатии.

При интенсивном охлаждении стенок цилиндров компрессора процесс сжатия приближается к изотермическому, что приводит к сокращению величины необратимых потерь (1-2'). Цикл холодильной машины при интенсивном охлаждении стенок цилиндров показан на Рис. 5.

Библиография

1. <http://vse-lekcii.ru/zheleznodorozhnyj-transport/hladotransport/teplovye-processy-holodilnoj-mashiny-v-diagrammah>
2. <http://vse-lekcii.ru/zheleznodorozhnyj-transport/hladotransport/obratnyj-cikl-karno>
3. <http://www.kss.ru/library/cycles.html>
4. «Холодильные машины», Кошкин.