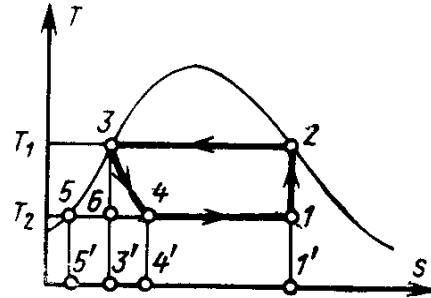
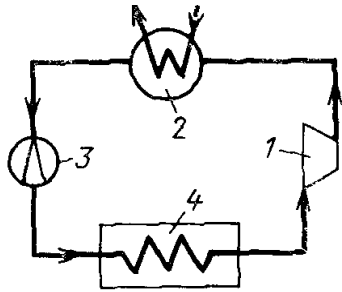


Цикл парокомпрессионной холодильной установки

Низкое значение холодильного коэффициента воздушной холодильной установки обусловлено тем, что подвод и отвод тепла производятся, не по изотермам, а по изобарам.

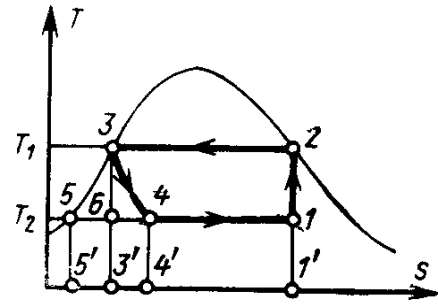
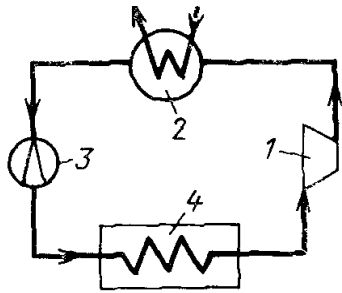
Эти процессы удастся осуществить изотермически, если в качестве холодильного агента используется влажный пар какой-либо жидкости, у которой температура кипения $t_H < 0^\circ\text{C}$ при атмосферном давлении.



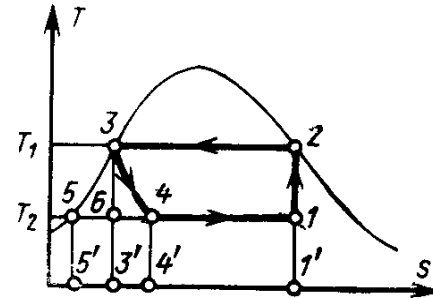
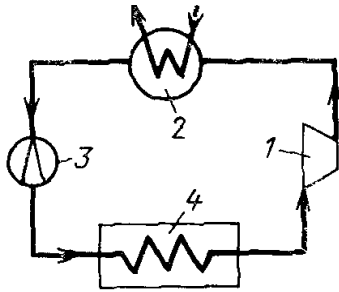
Влажный пар хладагента сжимается в компрессоре 1 до давления p_1 , причем влажность его уменьшается и в конце сжатия пар становится сухим насыщенным (линия 1-2).

Следует отметить, что в конце сжатия пар может быть как в состоянии перегрева, так и в состоянии влажного насыщения.

Перегревать пар, используя компрессоры высокой степени сжатия нецелесообразно, т.к. известно, что величина работы компрессора прямо пропорциональна затрачиваемой мощности на его привод.

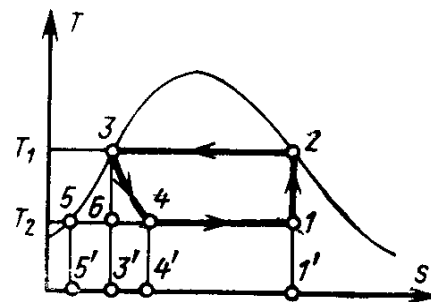


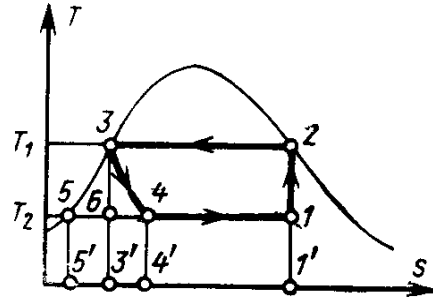
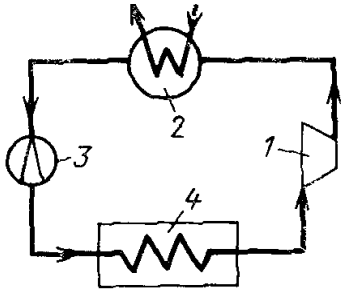
После компрессора пар поступает в конденсатор 2, где за счет отдачи теплоты парообразования охлаждающей воде при постоянных давлении p_1 и температуре T_1 по линии 2-3 он превращается в жидкость.



Из конденсатора жидкость поступает в редукционный вентиль 3, где она дросселируется с понижением давления от p_1 до p_2 по необратимой адиабате 3-4 (условное изображение), что сопровождается возрастанием энтропии, понижением температуры до T_2 и частичным испарением жидкости, которая превращается во влажный пар.

Применение редукционного вентиля вместо детандера уменьшает холодопроизводительность по сравнению с циклом Карно на величину площади $6-4-4'-3'-6$. Однако такая ХМ получается конструктивно более простой.





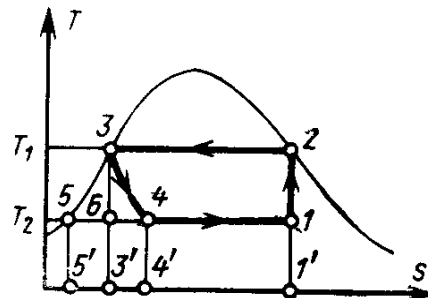
В рефрижераторе 4 этот пар отбирает тепло от охлаждаемого объекта и подсушивается при постоянных давлении p_2 и температуре T_2 по линии 4-1, чем цикл и завершается.

В процессе 4-1 влажный пар холодильного агента получает в рефрижераторе тепло

$$q_2 = \text{пл.} 4-1-1'-4'-4 = i_1 - i_4,$$

в процессе 2-3 холодильный агент отдает теплоту охлаждающей воде конденсатора в количестве

$$q_1 = \text{пл.} 2-3-3'-1'-2 = i_2 - i_3.$$

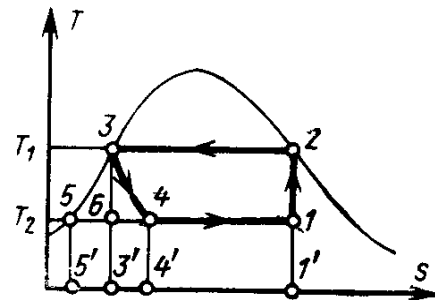


При дросселировании энтальпия не изменяется, следовательно $i_3 = i_4$,
а холодильный коэффициент

$$e = \frac{q_2}{q_1 - q_2} = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1}$$

Повысить экономичность парокомпрессионной холодильной машины можно, увеличив площадь $4-1-1'-4'-4$ (повысив температуру T_2 в холодильной камере или приоткрыв дроссельный вентиль, что повлечёт уменьшение глубины дросселирования).

Также можно уменьшить площадь $1-2-3-4-1$ за счёт использования более холодной воды для охлаждения конденсатора.



Верхняя температура цикла (читай- температура хладагента) T_1 определяется значением температуры охлаждающей воды. Принимая последнюю в среднем равной 20°C , получаем температуру T_1 примерно $25-30^{\circ}\text{C}$.

Нижняя температура цикла (читай- температура хладагента) T_2 задается в зависимости от назначения холодильной установки и соответствующей температуры охлаждаемого объекта, которая может быть равной от 0 до 120°C , а иногда еще ниже.

Желательно, **чтобы** при температуре T_2 , на $9-10^{\circ}\text{C}$ меньшей, чем указанные величины, **давление насыщенных паров холодильного агента было близко к атмосферному**, что важно с точки зрения вакуумной плотности.

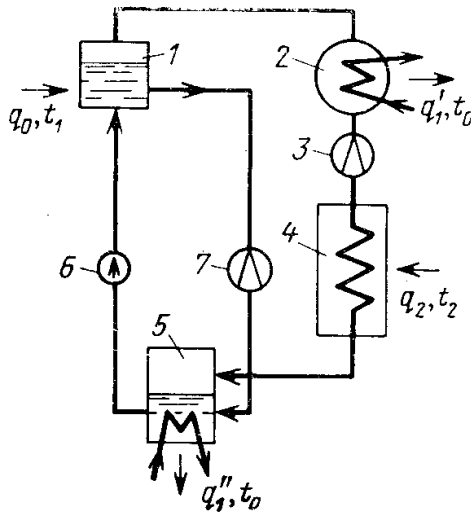
В качестве холодильных агентов используют так называемые фреоны – фторхлорпроизводные углеводородов (в основном метана). Они отличаются химической стойкостью, нетоксичностью, отсутствием взаимодействия с конструкционными материалами.

Температура кипения при атмосферном давлении для фреонов различных типов изменяется в широком диапазоне. Например, температура кипения при атмосферном давлении для фреона-12 (CCl_2F_2) равна $-29,8\text{ }^\circ\text{C}$.

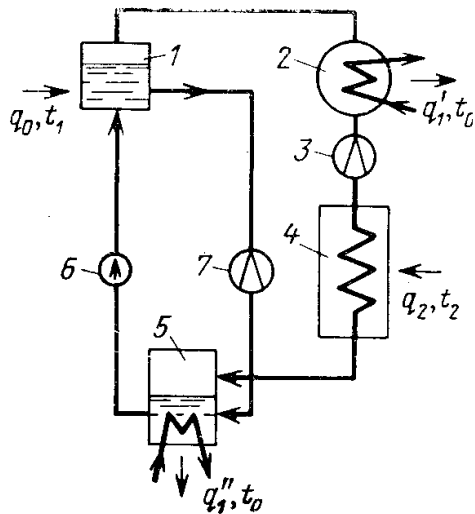
Цикл абсорбционной холодильной установки

Рабочим веществом в абсорбционной машине является бинарный раствор, т.е. смесь, состоящая из двух полностью растворимых друг в друге веществ, причем эти вещества имеют резко различные температуры кипения.

Вещество с меньшей температурой кипения является холодильным агентом, а с более высокой температурой кипения – абсорбентом.



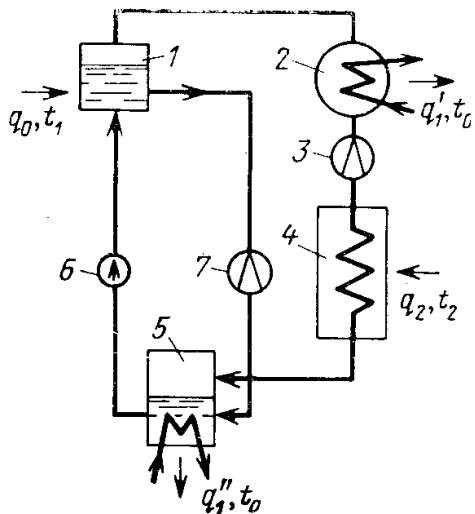
Основные элементы абсорбционной холодильной установки – парогенератор 1 с конденсатором 2 и абсорбер 5 – предназначены для непрерывного воспроизводства жидкости высокой концентрации, поступающей затем в испаритель 4 на парообразование, и жидкости низкой концентрации, служащей для абсорбции (поглощения) концентрированного пара.



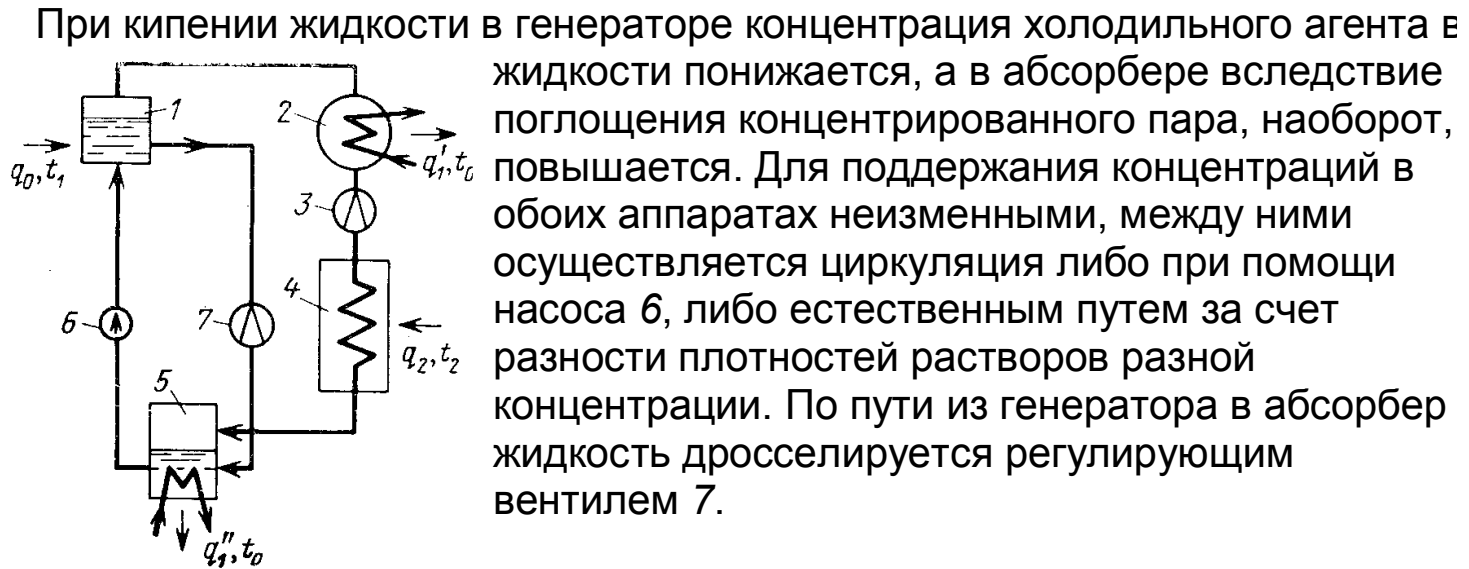
Для испарения жидкости к парогенератору 1 подводится тепло q_0 при температуре t_1 , которая должна быть не ниже температуры кипения при данном давлении.

Пар поступает в конденсатор 2, где конденсируется, отдавая тепло конденсации q'_1 охлаждающей воде, имеющей температуру окружающей среды. Образовавшаяся жидкость высокой концентрации дросселируется в регулирующем вентиле 3 от давления p_1 до давления p_2 . При дросселировании температура жидкости понижается до температуры более

низкой, чем в охлаждаемом помещении.



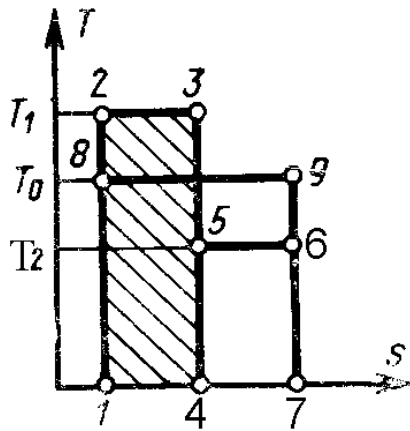
После этого жидкость поступает в находящийся в охлаждаемом помещении испаритель 4. Вследствие того, что температура жидкости меньше температуры охлаждаемого помещения, жидкость испаряется, поглощая тепло q_2 . Образующийся при этом пар, имеющий температуру t_2 и давление p_2 , поступает из испарителя в абсорбер 5, где абсорбируется при температуре $t_0 > t_2$, отдавая тепло абсорбции q_1'' охлаждающей воде.



При кипении жидкости в генераторе концентрация холодильного агента в жидкости понижается, а в абсорбере вследствие поглощения концентрированного пара, наоборот, повышается. Для поддержания концентраций в обоих аппаратах неизменными, между ними осуществляется циркуляция либо при помощи насоса 6, либо естественным путем за счет разности плотностей растворов разной концентрации. По пути из генератора в абсорбер жидкость дросселируется регулирующим вентилем 7.

Так как затрата энергии в абсорбционной холодильной машине производится в виде тепла (работа, затрачиваемая на привод насоса, незначительна), то эффективность ее действия характеризуется коэффициентом использования тепла, равным отношению количества тепла, отнятого от охлаждаемого объекта q_2 , к затраченному на это теплу q_0 .

$$\chi = \frac{q_2}{q_0}.$$

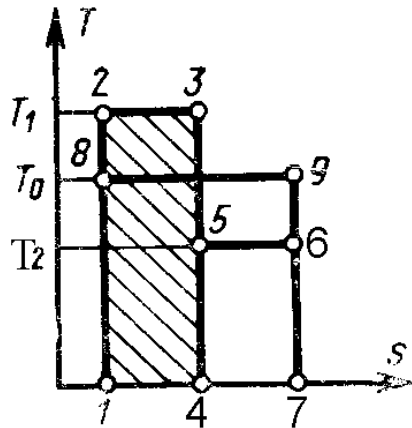


С термодинамической точки зрения идеальная абсорбционная холодильная установка может рассматриваться как совокупность трех тепловых резервуаров.

В первой резервуар (генератор) поступает тепло q_0 (пл. 1-2-3-4-1) при наивысшей температуре T_1 ;

во второй резервуар (испаритель) вводится тепло q_2 (пл. 4-5-6-7-4) при наинизшей температуре T_2 ;

из третьего резервуара (конденсатора и абсорбера) отводится тепло $q_1 = q_1 + q''_1$ (пл. 1-8-9-7-1) при температуре охлаждающей воды T_0 , равное сумме подведенных теплот, т.е.



$$q_1 = q'_1 + q''_1 = q_0 + q_2,$$

где q'_1 – тепло, отведенное в конденсаторе; q''_1 – тепло, отведенное в абсорбере.