

ТЕМА: ХОЛОД

- 
- ⊙ Искусственное охлаждение используется в химической промышленности и в других отраслях хозяйства для получения низких температур, которые невозможно получить с помощью естественных холодильных агентов - воды или воздуха
 - ⊙ Вода, обычно применяемая для охлаждения, замерзает при температуре ниже 0°C . При сжижении газов, для отвода тепла реакции применяется охлаждение до очень низких температурю.
 - ⊙ Искусственное охлаждение условно подразделяется на умеренное (до -100°C) и глубокое (ниже -100°C).

Способы получения холода:

1. Испарение низкокипящих жидкостей. Так, например, если испарять жидкий аммиак при абсолютном давлении 2 атм., то он охлаждается до температуры кипения при этом давлении (-20°C) и может служить охлаждающим для получения температур порядка (-15°C). С понижением давления испарения достигаются еще более низкие температуры.

2. Расширение сжатых газов в расширительной машине (детандер). При этом газ совершает внешнюю работу за счет уменьшения своей внутренней энергии вследствие чего его температура понижается.

3. Дросселированием сжатых газов и паров. *Дросселированием* называется такое расширение газа, когда давление его снижается вследствие протекания через сужение или другое препятствие (пористую перегородку) при этом в отличие от процесса в расширительной машине, расширение происходит без совершения внешней работы.

Для умеренного охлаждения применяют компрессорные, абсорбционные и пароэжекторные холодильные машины. Для глубокого охлаждения пользуются холодильными циклами, основанными на дросселировании и расширении газов в детандере.



В естественных условиях тепло всегда переходит, самопроизвольно, без затраты энергии от более нагретого тела, к менее нагретому. Поэтому для получения отрицательных температур путем естественного охлаждения потребовались бы холодильные агенты с температурой значительно ниже той, которую требуется получить. В природе таких холодильных агентов не существует.

Задача искусственного охлаждения, очевидно, состоит в том, чтобы осуществлять переход тепла от менее нагретого тела к более нагретому, т.е. в направлении противоположном естественному направлению теплопередачи.

Задача эта решается лишь косвенным путем с помощью промежуточного рабочего тела - холодильного агента, который сначала отдает часть своей кинетической энергии естественному холодильному агенту - воде, а затем восполняет эту потерю, отбирая тепло от охлаждаемого тела.

С этой целью холодильный агент должен совершить определенный циклический процесс, на проведение которого необходимо затратить некоторое количество энергии - механической или тепловой.

ИСКУССТВЕННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

Рассмотрим на конкретном примере компрессорной холодильной установки, использующей в качестве холодильного агента аммиак или фреоны.

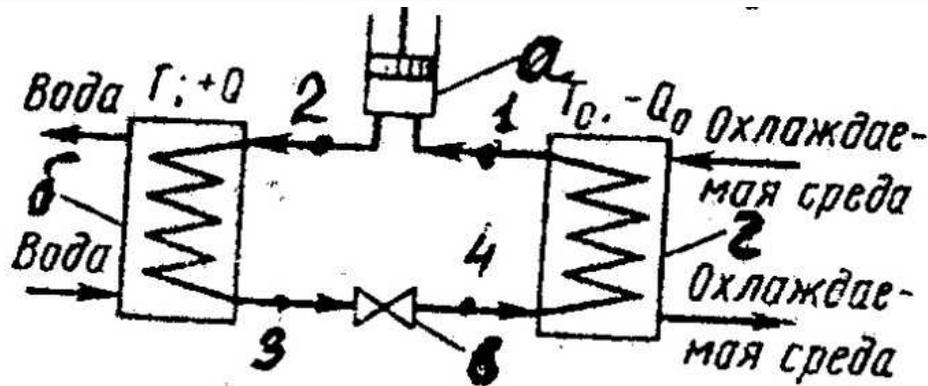
Пусть охлаждаемое тело, например, раствор какой-либо соли, нужно охладить до температуры ниже нуля, допустим ниже 12°C . Вода из реки или колодца даже в зимнее время имеет положительную температуру и, следовательно не обеспечивает такого охлаждения. Но в компрессорных холодильных установках используется промежуточное рабочее тело - холодильный агент, в качестве которого используют аммиак.

Пары аммиака сжимают в компрессоре, совершая при этом механическую работу. Но известно, что газы и пары при сжатии нагреваются, поэтому сжатый аммиак выходит из компрессора с повышенной температурой, всегда более высокой, чем температура охлаждающей воды. Поэтому, если горячие пары сжатого аммиака направить в холодильник, они отдадут избыточное тепло воде и благодаря повышенному давлению сконденсируются. Далее жидкий аммиак пропускают через устройство снижающее его давление до такой степени, чтобы он мог испариться, после чего холодильный агент поступает в испаритель, где отбирает необходимое для испарения тепло от охлаждаемого тела. Последнее охлаждается по минусовой температуре, а образовавшиеся пары аммиака вновь поступают в компрессор для сжатия.

Выводы: сжимая аммиак, ему сообщают дополнительную энергию, которую он отдает воде (в холодильнике), а затем восполняет запас энергии, получая ее от охлажденного тела, т.е. при посредстве холодильного агента (аммиака) и благодаря его сжатию более нагретое тело - вода отбирает тепло от менее нагретого тела - охлаждаемого раствора солей.

При сжатии аммиака до 16 атм. в испарителе получают -30°C , причем такое давление позволяет использовать для охлаждения аммиака даже теплую воду, т.к. температура аммиака, сжатого под давлением 16 атм., $60-100^{\circ}\text{C}$.

ГАЗОКОМПРЕССИОННЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ



- а - компрессор;
- б - холодильник;
- в - детандер (расширительная машина);
- г - теплообменник;

1 - 4 точки, в которых состояние хладагента соответствует точкам на диаграмме.

Воздух сжимается компрессором-а по адиабатте 1-2, и температура его повышается от t_1 до t_2 . Далее следует охлаждение его водой по изобаре-2-3 в холодильнике-б" до температуры t_3 ; охлаждаемый воздух адиабатически расширяется (3-4) в детандере-в, при этом температура его снижается до t_4 . Из детандера охлажденный воздух поступает в теплообменник-г, где отнимает тепло, нагреваясь до t_1 по изобаре (4-1).

Газокомпрессорные холодильные установки требуют применения крупногабаритных компрессоров и невыгодно отличаются повышенными расходами энергии. По этим причинам они в настоящее время не используются в химическом производстве.

АБСОРБЦИОННЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

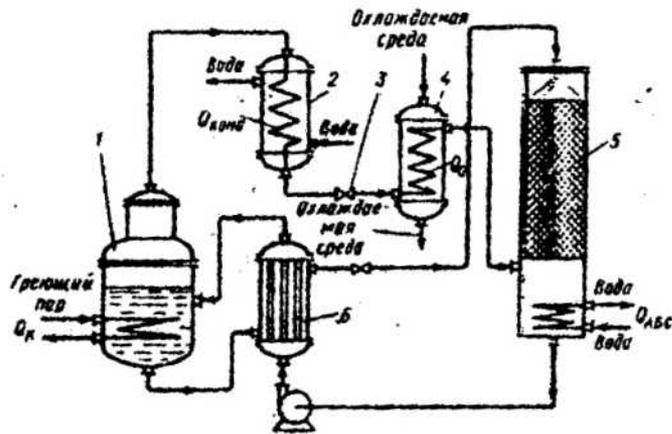
Хладагентом в абсорбционных холодильных машинах служит аммиак, который кроме хороших холодильных качеств, обладает большой растворимостью в воде.

Газообразный аммиак (99%), выделившийся из водно-аммиачного раствора в кипятыльнике-1, при высоком давлении поступает, в конденсатор-2, где конденсируется при высокой температуре отдавая тепло Q_0 охлаждающей воде. Сжиженный аммиак проходит дросселирующий вентиль-3 и испаряется в испарителе-4, воспринимая тепло Q_0 на низком температурном уровне T . После испарителя газообразный аммиак направляется в зборсер-5 и при охлаждении (отвод теплоты растворения) поглощается водой с образованием высоко концентрированного раствора (50%) аммиака. Полученный раствор нагнетается насосом-6 через теплообменник-7 в кипятыльник-1. В кипятыльнике за счет нагревания водяным паром (подвод тепла испарения) большая часть аммиака испаряется и в виде газа поступает, а конденсатор-2, обедненный водно-аммиачный раствор (20%) уходит из кипятыльника через теплообмеиник-7 и дроссельный вентиль-8 в абсорбер-5, где вновь концентрируется в результате абсорбции газообразного аммиака.

В противоположность компрессорным холодильным установкам абсорбционные и пароэжекторные установки расходуют на получение искусственного холода не механическую, а тепловую энергию. Так в абсорбционной установке тепло подводится с греющим паром, затрачивается на испарение аммиака из водно-аммиачного раствора.

Это происходит в аппарате, называющемся *генератором аммиака*.

Выделяющиеся из раствора пары после охлаждения конденсируются, а затем, после дросселирования, жидкий аммиак вновь испаряется, отбирая тепло от охлаждаемого тела. Образовавшиеся в испарителе пары поступают в абсорбер, где поглощаются жидким абсорбентом - слабым водно-аммиачным раствором

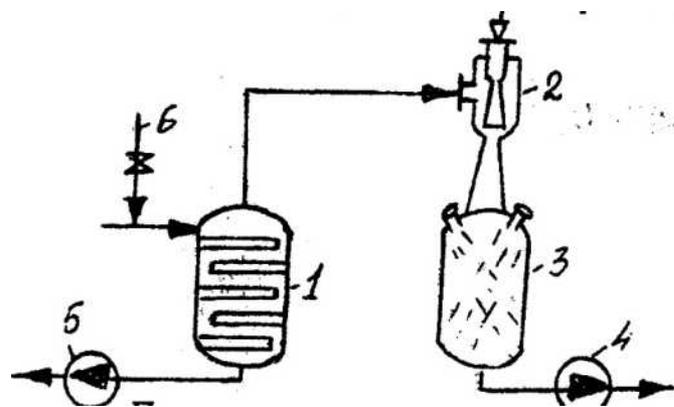


- 1 - кипятыльник;
- 2 - конденсатор;
- 3 - Дросселирующий вентиль;
- 4 - испаритель;
- 5 - абсорберу
- 6 - насос;
- 7 - теплообменник;
- 8 - дросселирующий вентиль.

Пароводяные эжекторные холодильные машины

Пароводяные эжекторные холодильные машины могут работать либо на холодильных рассолах, либо на чистой воде. В первом случае охлаждение возможно до $T = -15^{\circ}\text{C}$; во втором до $+5^{\circ}\text{C}$. Водяной пар высокого давления поступает в эжектор-2, который отсасывает пар из испарителя-1. В результате этого остаточное давление в испарителе снижается до 2-4 мм.рт.ст. и циркулирующий рассол вследствие испарения из него воды охлаждается до минус 10-35 $^{\circ}\text{C}$. Охлажденный таким образом рассол откачивается насосом-5 в аппаратуру, предназначенную для охлаждения перерабатываемых материалов. Водяной пар из эжектора поступает в конденсатор смешения-3, конденсируется разбрызгиваемой водой и отводится в виде конденсата мокровоздушным насосом-4. В пароэжекторных установках благодаря вакууму, создаваемому в испарителе при работе парового эжектора, происходит испарение воды, причем вода охлаждается. Поскольку вода испаряется без подвода тепла, на испарение затрачивается ее внутренняя энергия. Вода, охлажденная в испарителе, поступает в теплообменник, где нагревается отбирая тепло от охлаждаемого тела, после чего возвращается в испаритель.

Тепловая энергия, необходимая для получения искусственного холода, затрачивается в пароэжекторных установках на получение пара, необходимого для создания вакуума в испарителе с помощью эжектора, т.е. пароструйного вакуум-насоса.



- 1 - испаритель;
- 2 - эжектор;
- 3 - конденсатор смешения;
- 4 - мокровоздушный насос;
- 5 - насос;
- 6-теплопровод для подачи воды, пополняющей ее убыль в системе.