

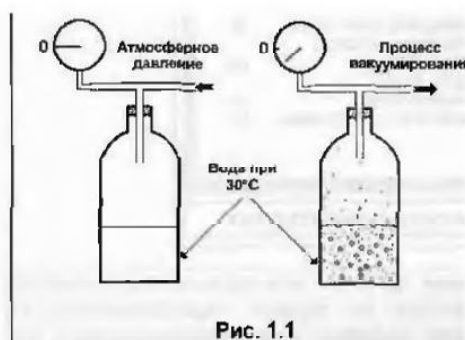
# 1. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ХЛАДАГЕНТОВ

## 1.1. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

Соотношение между температурой и давлением является одним из основных факторов, определяющих состояние хладагента как в испарителе, так и в конденсаторе, а также в обычной емкости с хладагентом. Ниже приведены более подробные объяснения влияния температуры и давления на состояние хладагента

### А) Кипение воды при понижении давления:

Мы знаем, что для доведения воды до кипения при атмосферном давлении достаточно нагреть ее до 100°C.



Вместе с тем, при вакуумировании холодильного контура с целью его обезвоживания, вода, которая может находиться в контуре, имеет температуру окружающей среды, то есть гораздо ниже 100°C.

С помощью простого опыта, схема которого приведена на рис. 1.1, можно показать действие вакуумирования на процесс закипания воды:

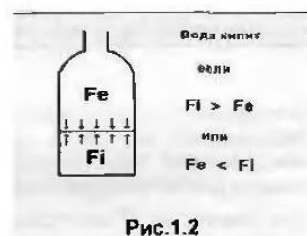
Пусть прозрачная емкость с водой, например, при температуре 30°C соединена с атмосферой, то есть находится при атмосферном давлении.

Видно, что вода неподвижна и не кипит.

Однако при подключении емкости к мощному вакуумному насосу после начала вакуумирования можно заметить, что вода начинает закипать, хотя ее температура составляет только 30°C.

Это явление может быть объяснено следующим образом:

- Поверхность воды находится под действием двух сопряженных сил, которые направлены друг против друга (см. рис. 1.2).
- Первая сила  $F_i$  – внутренняя сила в жидкости, направленная снизу вверх и стремящаяся вытеснить воду из сосуда.
- Вторая сила  $F_e$  – наружная сила, которая, напротив, стремится удержать воду внутри сосуда.



До тех пор, пока противоположно направленные силы  $F_i$  и  $F_e$  уравновешены, они взаимно нейтрализуются и в сосуде ничего не происходит.

### Вакуумирование вызывает кипение воды:

*Потому что понижает давление над жидкостью и тем самым уменьшает силу  $F_e$ .*

Следовательно, когда в результате вакуумирования сила  $F_e$  становится меньше силы  $F_i$ , вода не может оставаться внутри сосуда и начинает выходить из него в виде пара: вода кипит (испаряется).

### Подогрев воды также вызывает ее кипение:

*Поскольку одновременно увеличивает внутреннюю силу  $F_i$  действующую в жидкости.*

Точно также, когда в результате подогрева сила  $F_i$  становится больше силы  $F_e$ , наружная сила не может больше удерживать воду в сосуде и начинается ее испарение.

\* Прим.ред. Модель процесса кипения, приведенная автором, не является строго научной, но помогает в доступной форме объяснить процессы кипения и конденсации.

Итак, чтобы вызвать кипение жидкости, достаточно либо повысить внутреннюю силу (подогреть жидкость), либо понизить внешнее давление над ее свободной поверхностью (вакуумируя сосуд).

### **В) Как вызвать кипение воды, поливая сосуд холодной водой:**

В предыдущем эксперименте мы вскипятили воду, вакуумируя сосуд и нарушая тем самым равновесие между силами  $F_i$  и  $F_e$ .



Когда вода полностью закипит, закроем изолирующий вентиль сосуда на выходе из него (см. рис. 1.3). Кипение полностью прекращается.

Это объясняется тем, что молекулы пара, образующиеся в процессе кипения жидкости, скапливаясь над ее поверхностью, поднимают давление в сосуде.

Когда подъем давления становится достаточным для установления нового состояния равновесия между силами  $F_e$  и  $F_i$  кипение сразу же останавливается.

*Однако будучи прекращенным, кипение начинается с новой силой, если сосуд поливать холодной водой.*

Это явление, на первый взгляд крайне парадоксальное, объясняется тем, что небольшая масса водяных паров, содержащихся в емкости, охлаждается значительно быстрее, чем большая масса воды.

В результате пары воды сжимаются сильнее, чем жидкость, и внешняя сила  $F_e$  (действующая в паровой фазе) уменьшается быстрее, чем внутренняя сила  $F_i$  (действующая в жидкости).

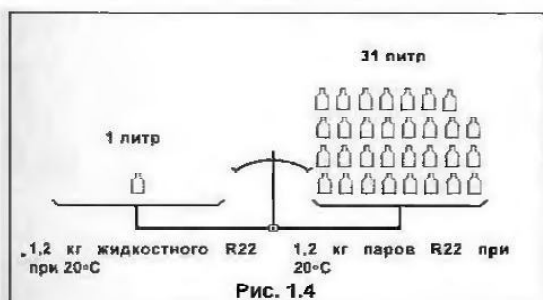
Когда сила  $F_e$  становится ниже силы  $F_i$ , их равновесие нарушается, и кипение естественно возобновляется (этот легко осуществимый эксперимент, который позволил автору выиграть множество пари, может быть поставлен с помощью прибора, известного под названием колбы Франклина).

### **С) Разница в удельной массе жидкости и ее пара.**

Говоря об удельной массе тела, укажем, что под этим понятием подразумевается масса единицы объема данного тела (например, мы знаем, что 1 литр воды имеет массу 1 килограмм).

Для R22 1 литр жидкости при температуре 20°C имеет массу около 1,2 килограмма, однако 1 литр паров R22 при той же температуре и атмосферном давлении имеет массу порядка 0,038 кг, то есть в 1,2/0,038=31 раз меньшую.

**Следовательно при 20°C и атмосферном давлении 31 литр паров R22 имеет такую же массу, как 1 литр жидкости R22 (см. рис. 1.4).**



Таким образом, в результате испарения жидкого R22 при 20°C образующиеся пары занимают объем, **в 31 раз больший**, чем объем жидкости, из которой они образовались.

Поэтому диаметр жидкостных линий в холодильных контурах всегда меньше, чем диаметр патрубков нагнетания, хотя давления в этих двух магистралях почти одинаковы.

## **1. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ХЛАДАГЕНТОВ**