

университет итмо
факультет
энергетики
и экотехнологий

Лабораторная работа №1

Определение зависимости между температурой и давлением насыщенного пара хладагента R12

W3205 Сухов Никита; Филиппов Иван; Гребенников Богдан

W3260 Ковыляев Иван



Химические и физические свойства

Химическая формула



Дифтордихлорметан

При атмосферном давлении:

Газ без цвета и запаха

При $t = -30^\circ\text{C}$

**Конденсируется под давлением 0,1 МПа
(750 мм рт. ст.)**

При $t = -156^\circ\text{C}$

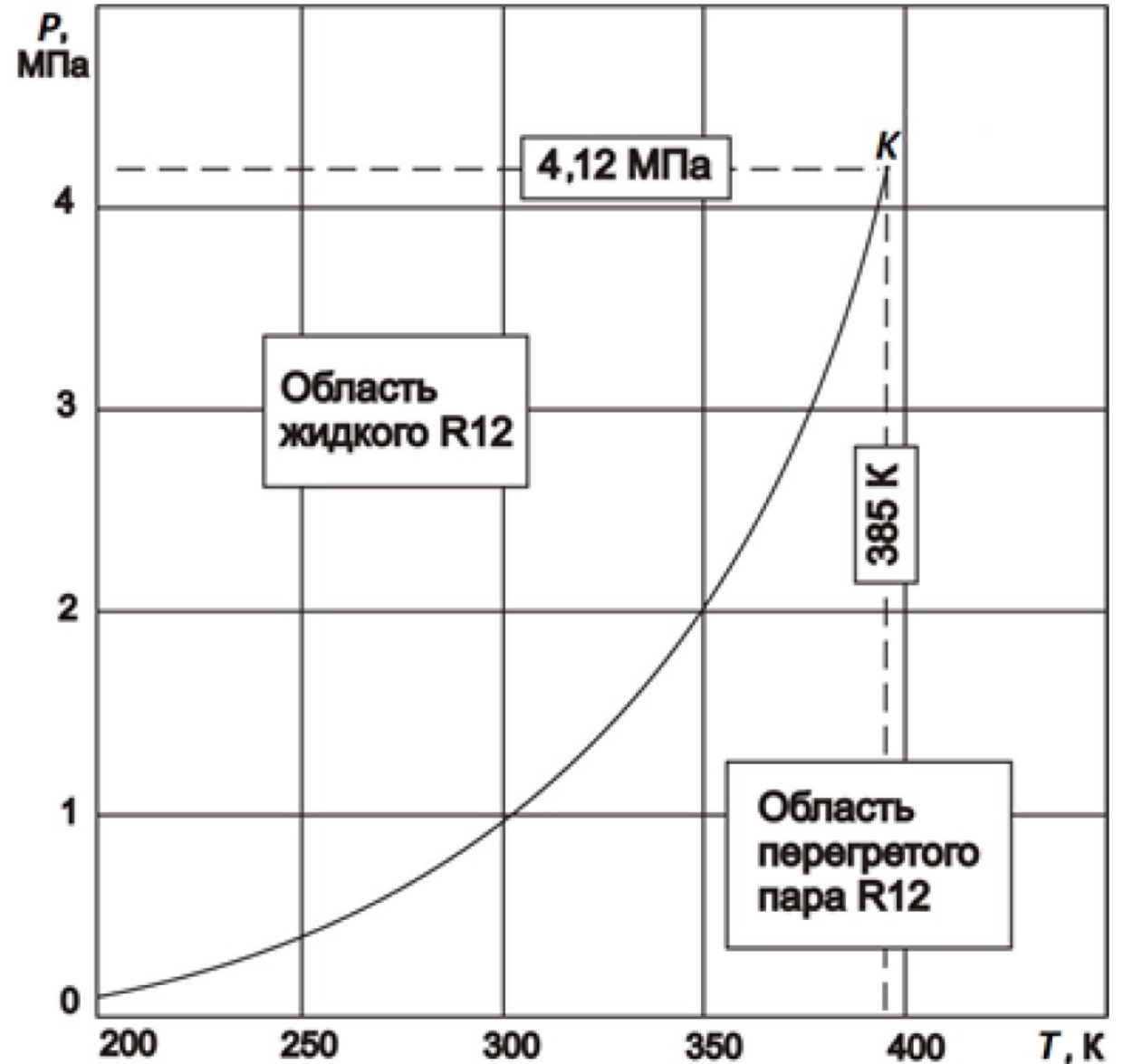
Твердое вещество

Кривая парообразования

$$p_K = 4,12 \text{ МПа}$$

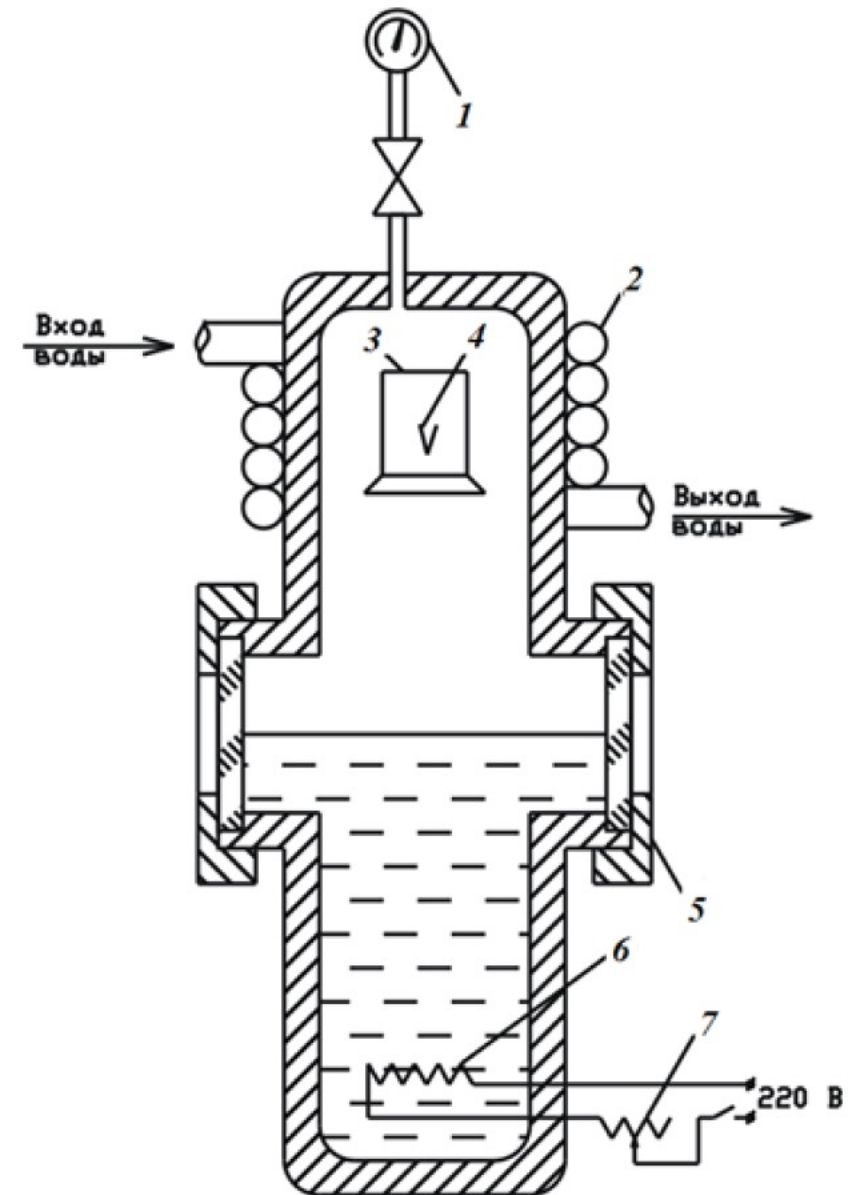
$$T_K = 385 \text{ К}$$

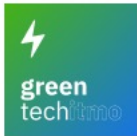
$$v_K = 1,76 \text{ см}^3/\text{г}$$



Лабораторная установка

- 1 – манометр
- 2 – змеевик
- 3 – экран
- 4 – горячий спай
- 5 – смотровое окно
- 6 – электронагреватель
- 7 – реостат



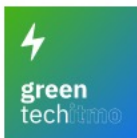


университет итмо
факультет
энергетики
и экотехнологий

Принцип работы

Выделяемая электронагревателем теплота вызывает кипение хладагента; полученный влажный насыщенный пар поднимается вверх, достигая конденсатора, где, охлаждаясь, конденсируется на стенках и стекает обратно в холодильник.



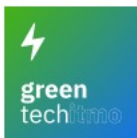


Выполнение работы

Измерение давления и температуры пара производится при медленном повышении или понижении температуры и давления

Рабочая зона установки ограничена пределами давления насыщенных паров хладагента от 0,4 МПа (что соответствует температуре 8°C) до 1 МПа (температура пара – приблизительно +41°C).





университет итмо
факультет
энергетики
и экотехнологий

Выполнение работы

Шаг 1

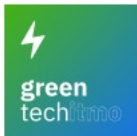
$p_0 = 0,4-0,5 \text{ МПа}$

$\Delta p = 0,05-0,1 \text{ МПа}$

$p_1 = 1 \text{ МПа}$

⚠ Запрещено превышать давление 1 МПа





университет итмо
факультет
энергетики
и экотехнологий

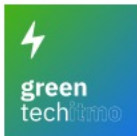
Выполнение работы

Шаг 2

При приближении стрелки манометра к очередному делению шкалы заранее записывают значение данного деления

Затем – включают термопару в цепь прибора для измерения ЭДС и по достижении стрелкой манометра линии деления быстро делают отсчет показания цифрового милливольтметра.





университет итмо
факультет
энергетики
и экотехнологий

Выполнение работы

Шаг 3

Для определения абсолютного давления пара необходимо знать атмосферное давление

Так как оно изменяется относительно медленно, его достаточно измерить один раз – в начале опыта.

Измерение производится при помощи барометра.





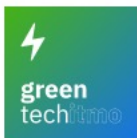
Обработка результатов опыта

Шаг 1

Для каждого из состояний пара, при которых производились измерения, рассчитывают абсолютную температуру пара и жидкости, а также абсолютное давление пара.

Номер измерения	$p_{\text{изб}}$ (по манометру), МПа	$p_{\text{абс}}$, МПа	t , °C	T , К	$T_{\text{табл}}$, К	$p_{\text{табл}}$, МПа	ΔT , К	$\delta_T =$ $= \Delta T / T_{\text{табл}}$
1								
2								
3								
...								

$p_{\text{изб}}$ – давление снимаемое с прибора $p_{\text{абс}}$ – расчётное



Обработка результатов опыта

Шаг 2

Полученные опытные данные наносят на КРУПНОМАС- ШТАБНЫЙ график $p_{\text{абс}}-T$, выполняемый на миллиметровой бумаге.

Для сопоставления полученной из опыта зависимости со справочными данными выписывают из таблиц термодинамических свойств хладагента R12 в состоянии насыщения значения температур от +10 до +50°C (с шагом 5–10°C) и соответствующие им значения давления насыщения





Дополнительная обработка опытных данных

Полученные опытные данные нужно использовать для расчета теплоты парообразования хладагента R12 при температуре +20 и +50°C (или других температурах по указанию преподавателя)

$$\ln p = \ln p_{кр} - c(1/T_n - 1/T_{кр})$$

$$dp/dT_n = cpT_n^{-2}$$

$$r = T_n(v'' - v')dp/dT_n$$



Вывод

Таким образом, на практике мы бы получили, что с повышением давления температура насыщенного пара тоже повышается. Мы получили бы график, близкий к теоретическому.

Также, рассчитав теплоту парообразования мы бы получили примерно табличное значение. Погрешность объясняется

1. отличием атмосферного давления
2. неидеальностью лабораторной установки
3. неточностью приборов
4. человеческим фактором

