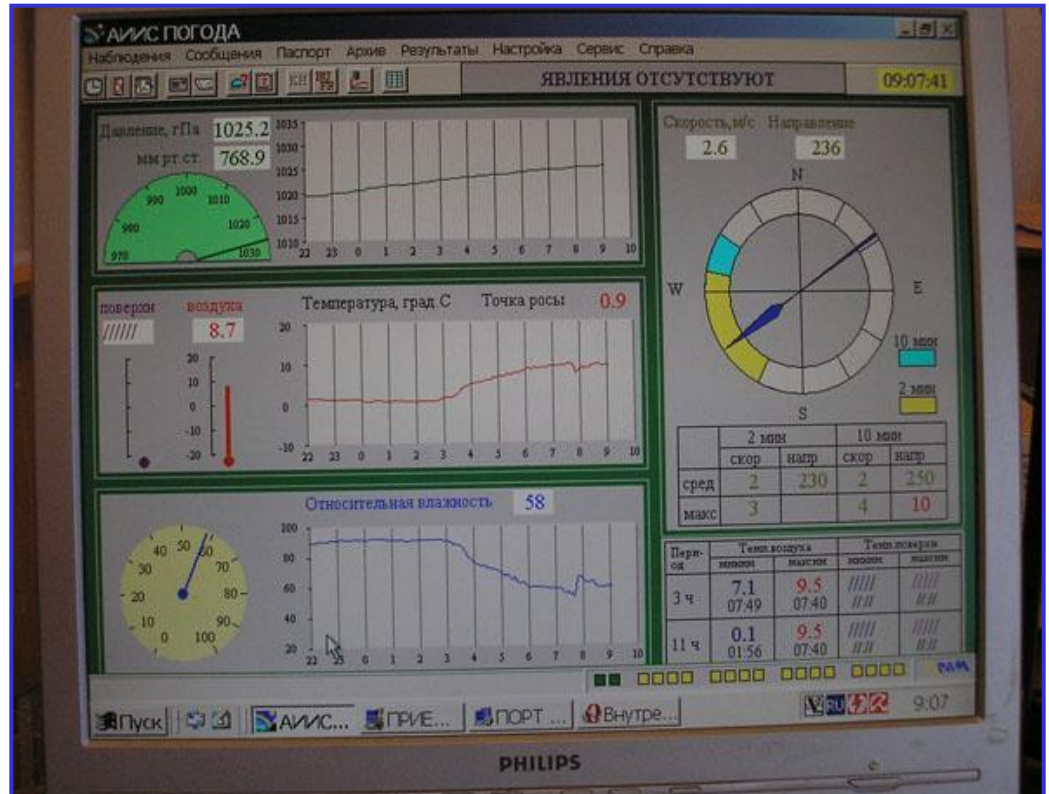


Лекция 2. Измерение влажности



Лекция 2. Измерение влажности

Основные способы измерения влажности

- 1. Психрометрический метод.**
- 2. Деформационные (волосные и пленочные) гигрометры.**
- 3. Конденсационные (гигрометры точки росы).**
- 4. Электролитические гигрометры.**
- 5. Сорбционные гигрометры.**
- 6. Радиационные гигрометры.**
- 7. Конденсаторные гигрометры.**
- 8. Сорбционные гигрометры с подогревом.**

Лекция 2. Измерение влажности

Сорбционные гигрометры с подогревом.

Датчиком такого гигрометра является пленка, пропитанная насыщенным раствором электролита:

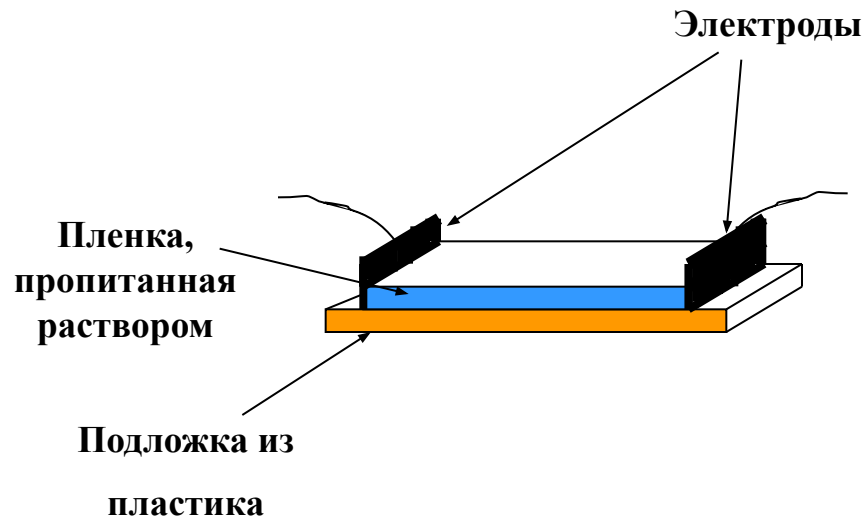


Рис. 2.1. Датчик влажности (гигристор).

Лекция 2. Измерение влажности

В сорбционном гигрометре раствор всегда остается насыщенным.

Будем пропускать ток через раствор. Тогда раствор будет **нагреваться.**

Покажем, что **температура датчика будет зависеть от влажности.**

Лекция 2. Измерение влажности

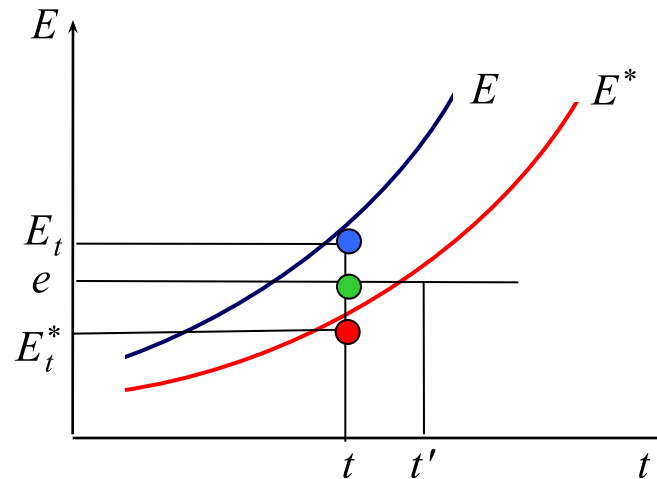
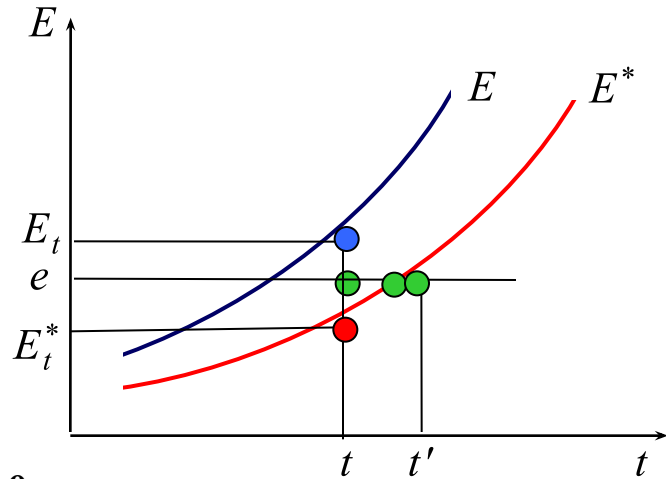


Рис. 2.2. Зависимость давления насыщения над водой (E) и над раствором электролита (E^*) от температуры.

Пусть при температуре t парциальное давление в воздухе – e (●). Тогда относительная влажность $f < 1$, поскольку $e < E_t$.

Однако относительно раствора воздух пересыщен, поскольку $e > E_t^*$ (●)

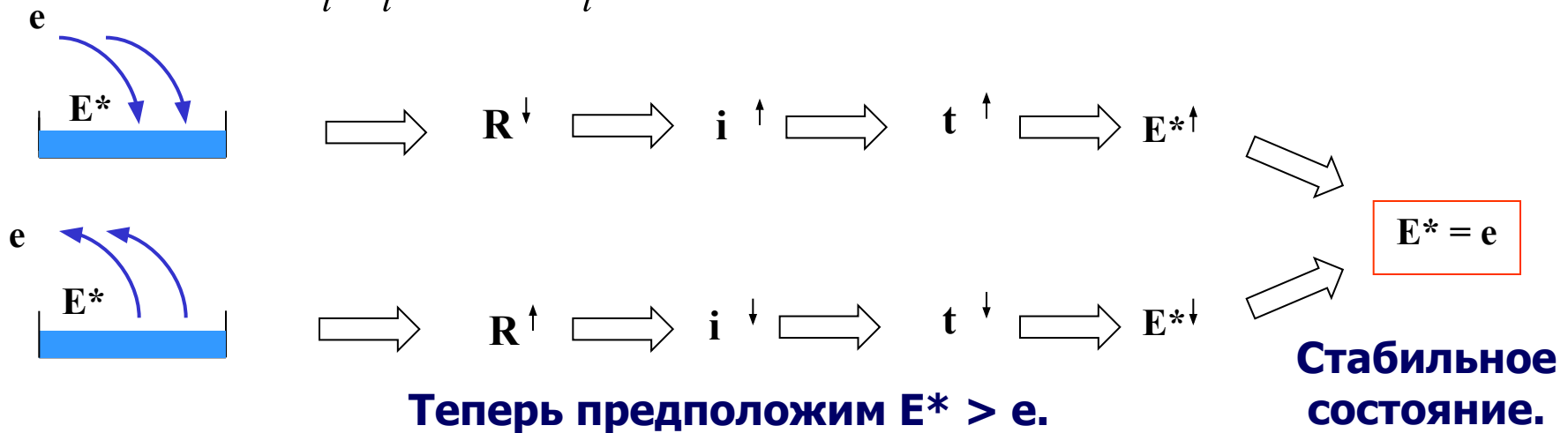
Лекция 2. Измерение влажности



Соль (LiCl) покрывается пленкой воды и становится проводником тока. Чем больше влажность, тем больше масса раствора, тем лучше раствор проводит ток.

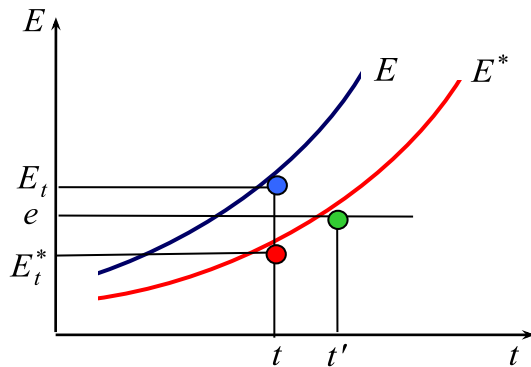
Раствор начинает нагреваться.

Предположим $E^* < e$.



Единственно стабильное состояние: $E^* = e$ при $t = t'$.

Лекция 2. Измерение влажности



Каждому значению парциального давления e соответствует определенная величина температуры датчика t' . Ее можно измерить, например, с помощью терморезистора.

Свяжем температуру t' с относительной влажностью f .

Обозначим: $E_{t'}^* \equiv E'$

Мы доказали: $e = E_{t'}^* = E'$

Тогда:

$$f = \frac{e}{E_t} = \frac{E'}{E_t} = \frac{E'}{E_t^*} \cdot f^* \quad (2.1)$$

Где $f^* = \frac{E_t^*}{E_t} = \frac{\text{red dot}}{\text{blue dot}}$ - это та влажность, при которой соль покрывается пленкой воды. Она называется **равновесной влажностью**.

Лекция 2. Измерение влажности

Уравнение Клаузеуса-Клапейрона для E^* :

$$\frac{dE^*}{E^*} = \frac{L \cdot dT}{R_v T^2} \quad (2.2)$$

Где L – удельная теплота парообразования,

R_v – газовая постоянная для водяного пара.

Проинтегрируем (2.2) от E_t^* до E' и от T до T' :

$$\ln \frac{E'}{E_t^*} = -\frac{L}{R_v} \left(\frac{1}{T'} - \frac{1}{T} \right) \quad \Rightarrow \quad \frac{E'}{E_t^*} = \exp \left(-\frac{L}{R_v} \left(\frac{1}{T'} - \frac{1}{T} \right) \right) \quad (2.3)$$

Подставим (2.3) в формулу (2.1) для влажности:

$$f = f^* \cdot \exp \left(-\frac{L}{R_v} \left(\frac{1}{T'} - \frac{1}{T} \right) \right) \quad (2.4)$$

Лекция 2. Измерение влажности

Примем: $T \cdot T' \approx T^2$

$$f = f^* \cdot \exp\left(-\frac{L}{R_v} \left(\frac{1}{T'} - \frac{1}{T}\right)\right)$$

Выполним вычитание в (2.4):

$$f = f^* \cdot \exp\left(\frac{L}{R_v T^2} (T' - T)\right) = f^* \cdot \exp\left(\frac{L}{R_v T^2} (t' - t)\right) \quad (2.5)$$

Отсюда выразим t' :

$$t' = t + \frac{R_v T^2}{L} \cdot \ln \frac{f}{f^*} \quad (2.6)$$

И определим чувствительность метода:

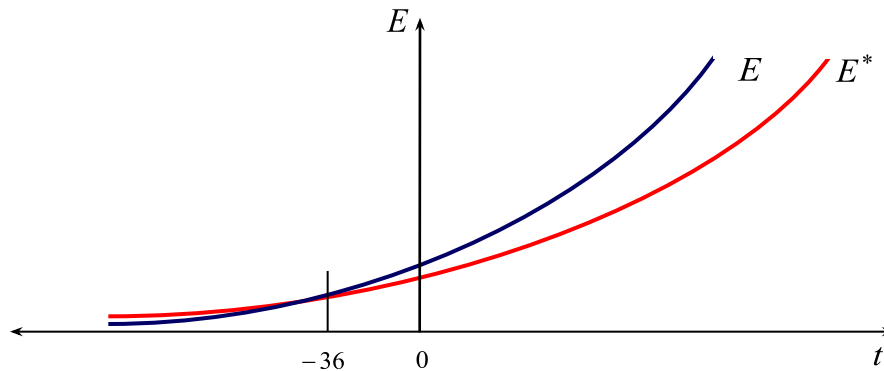
$$S = \frac{dt'}{df} = \frac{R_v \cdot T^2}{L} \cdot \frac{f^*}{f} \cdot \frac{1}{f^*} = \frac{R_v \cdot T^2}{L} \cdot \frac{1}{f} \quad (2.7)$$

Лекция 2. Измерение влажности

$$S = \frac{R_v \cdot T^2}{L} \cdot \frac{1}{f} \quad (2.8)$$

1. Чувствительность уменьшается с уменьшением температуры.

При $t < -36^\circ$ метод не работает, т.к. кривые на рис. 2.2. пересекаются.



2. Чувствительность увеличивается с уменьшением влажности. При этом необходимо условие: $f > f^*$.

Для хлористого лития (LiCl) равновесная влажность $f^* = 13\%$.

Лекция 2. Измерение влажности

Погрешности сорбционных гигрометров с подогревом

1. Разложение раствора электрическим током (электролиз).

Для исключения электролиза применяют переменный ток.

2. Ветровая погрешность. Ветер усиливает испарение раствора и уменьшает его температуру.

Датчик защищают кожухом с отверстиями для воздухообмена.

Возможна модификация метода – измерение тока, нагревающего датчик. В этом случае необходимо выпрямление измеряемого тока.

Лекция 2. Измерение влажности

Конструкция датчика – терморезистор, на корпус которого надет чулок из стекловолокна, пропитанный раствором хлористого лития, и двух электродов из платиновой проволоки, намотанных поверх чулка, на которые подаётся переменное напряжение.

