

2.6. Радиационные гигрометры.

Известно, что каждый газ имеет полосу поглощения.

Самая глубокая полоса поглощения водяного пара имеет максимум на длине волны $\lambda = 694,383\text{нм}$ – в ближней ИК области.

Если на расстоянии l от источника находится приемник света, то принятое излучение J определяется **законом Бугера-Ламберта**:

$$J = J_0 \cdot e^{-k_\lambda l \cdot a} \quad (2.6.1)$$

k_λ - массовый показатель поглощения $[k_\lambda] = [m^2 / кг]$,

a - абсолютная влажность воздуха.

2.6. Радиационные гигрометры.

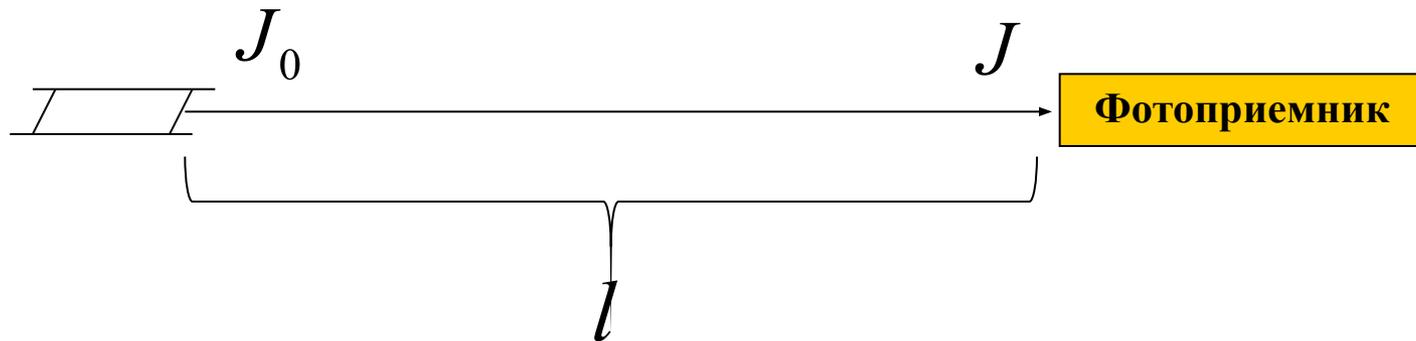


Рис. 2.6.1.

Собрав установку, показанную на рис. 2.6.1., можно измерить абсолютную влажность воздуха.

2.6. Радиационные гигрометры.

Тогда чувствительность такого гигрометра:

$$S = \frac{dJ}{da} = -J_0 k_\lambda \cdot l \cdot e^{-k_\lambda l \cdot a} \quad (2.6.2)$$

Зависимость $S(l)$ имеет максимум. Найдем его из условия:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dl} &= 0 \\ \frac{dS}{dl} &= -J_0 (k_\lambda \cdot e^{-k_\lambda l \cdot a} - (-1)k_\lambda \cdot l \cdot k_\lambda \cdot a \cdot e^{-k_\lambda \cdot l \cdot a}) = \\ &= -J_0 k_\lambda e^{-k_\lambda l a} (1 - k_\lambda l a) \end{aligned} \quad (2.6.3)$$

2.6. Радиационные гигрометры.

Возможны два решения:

1. $e^{-k_\lambda l \cdot a} = 0 \quad \Rightarrow \quad l \rightarrow \infty$

2. $1 - k_\lambda l a = 0 \quad \Rightarrow \quad l = \frac{1}{k_\lambda \cdot a} \quad (2.6.4)$

Подставив реальные значения влажности, получим:

$$l \approx 2,5 \text{ км}$$

Поэтому значение l выбирают меньше, заведомо понижая чувствительность метода.

2.6. Радиационные гигрометры.

Погрешности радиационных гигрометров.

1. Влияние селективно поглощающих газов с полосой поглощения, близкой к H_2O (прежде всего, углекислый газ CO_2).

Путь уменьшения: принцип «**мухи и слона**».



2.6. Радиационные гигрометры.

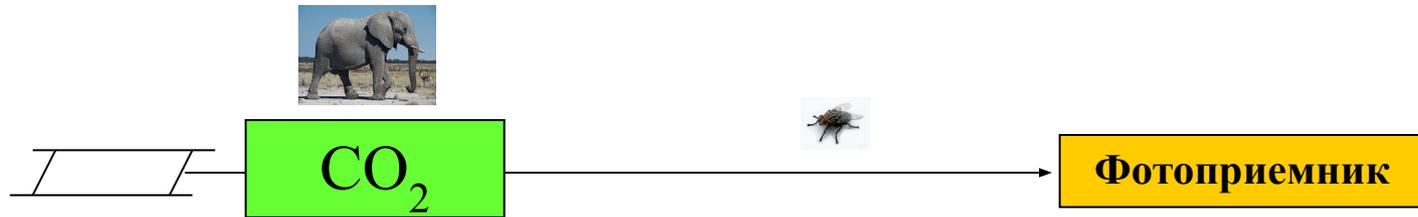


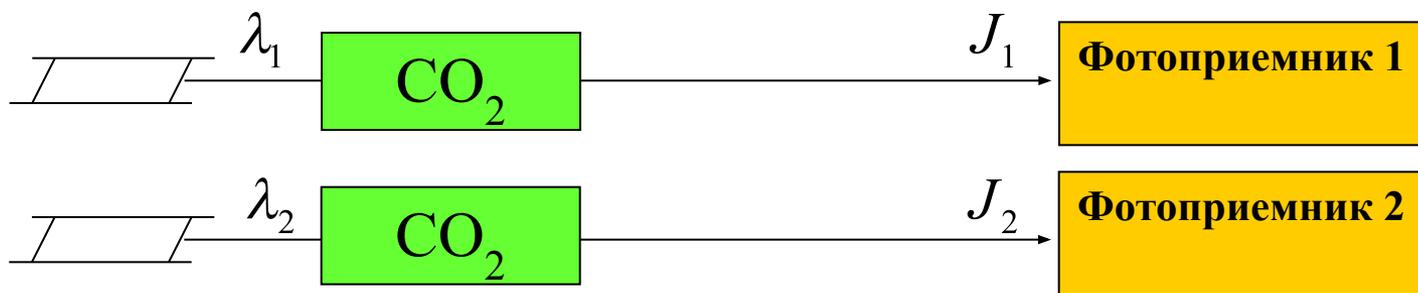
Рис. 2.6.2. Углекислотный фильтр.

Основное поглощение излучения углекислым газом происходит в фильтре. Небольшие вариации CO_2 в атмосфере не оказывают влияния.

2.6. Радиационные гигрометры.

2. Влияние неселективно поглощающих примесей – аэрозолей.

Путь уменьшения: применение двух лазеров с различными длинами волн.



λ_1 - в полосе поглощения H_2O .

λ_2 - вне полосы поглощения H_2O , но рядом с ней.

Тогда отношение $\frac{J_1}{J_2}$ зависит только от содержания водяного пара.

2.6. Радиационные гигрометры.

3. Влияние паразитных источников излучения.

Путь уменьшения – модуляция (прерывание) сигнала (см. раздел 1.10). В данном случае можно применить **импульсный лазер** с известной частотой импульсов.

Достоинства радиационных гигрометров.

1. Полное отсутствие инерции.

Недостатки радиационных гигрометров.

1. Необходимость достаточно протяженной базы.
2. Сложность изготовления и высокая стоимость.