**17.03.2020 Тема «Вологість повітря. Методи вимірювання вологості»**

Прошу прочитати вірш і визначити, які теплові явища у ньому описані і з чим вони пов’язані.

 Похолодало, білі роси

Упали густо на покоси.

Туман холодний лиже руки,

В зеленім лісі дятел стука.

Така роса, така роса прозора…

Стрічаю сонце в полі за селом,

Де квіти польові, неначе зорі,

Торкає вітер лагідним крилом.

Аж ось, проміння розпростерло руки

І спрагло п’є, спиває всю росу.

І враз, стріпнувшись, подались на луки

А я додому сонечко несу.

«Похолодання» – зменшення температури, як наслідок, конденсація – утворення роси і туману, «проміння … спрагло п’є, спиває всю росу» – пароутворення при нагріванні. Всі ці явища пов’язані з вологістю повітря.

 А як одним словом можна назвати термодинамічний стан природи, який завжди всіх цікавить?

Так, звичайно, – погода. Якщо і є те, що цікавить усіх, то це, мабуть, погода. Вона впливає на здоров'я і самопочуття всього населення, часто визначає нашу поведінку, змушує коригувати плани. Тому ми систематично слідкуємо за прогнозами погоди. А чинниками погоди є температура, тиск, вологість, швидкість вітру. Ознайомтеся з прогнозом погоди на сьогодні за даними Інтернет-сайтів .

Сьогодні ми ознайомимось ще з одним параметром погоди – **вологістю повітря**, її кількісною характеристикою, методами вимірювання і практичним значенням.

*Мікроклімат приміщень –* це умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін об’єктів, які знаходяться в ньому, з навколишнім середовищем шляхом конвекції, конденсації, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури поверхонь, які оточують дані об’єкти, та інтенсивністю теплового опромінення. Об’єктами у приміщеннях можуть бути люди, продукти, обладнання тощо.

*Оптимальні мікрокліматичні умови* – це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людей забезпечують зберігання нормального теплового стану їх організму (тобто відчуття теплового комфорту) і створюють передумови для високого рівня їх працездатності та життєдіяльності. Для неживих об’єктів оптимальні кліматичні умови забезпечують тривале зберігання їх робочого стану.

А тепер пригадайте визначення:

1. Процесів пароутворення, конденсації, випаровування, динамічної рівноваги, насиченої, ненасиченої пари.
2. Формулу густини речовини 
3. Рівняння стану газу у формі Менделєєва 
4. Залежність тиску газу і пари від температури (p = nkT)
5. Формулу зв’язку температур (T = (t + 273))
6. Яка молярна маса води? (18 г/моль)
7. Значення нормального атмосферного тиску для людини (750 мм.рт.ст.)
8. У якому стані тиск пари максимальний? (У насиченому)
9. Як залежить швидкість випаровування від температури? (Пропорційна)
10. Як змінюється температура рідини при випаровуванні? ↓
11. Як змінюється температура рідини при конденсації? ↑
12. Як змінюється температура пари при випаровуванні? ↑
13. Як змінюється температура пари при конденсації? ↓
14. Як змінюється температура пари при динамічній рівновазі з її рідиною? (Не змінюється)

Отже, з’ясуємо наступні питання:

1. Поняття вологості повітря
2. Кількісна характеристика вологості повітря
3. Методи вимірювання вологості повітря
4. Значення вологості повітря

Як ви розумієте поняття вологості повітря? Звідки береться водяна пара у повітрі?

***Поняття вологості повітря***

Атмосферна Землі являє собою суміш газів, до складу якої входять:

 О2 + N2 + CO2 + Н2О

21% + 77% + 0,3% +1%

кисень (21 %) + азот (77 %) + вуглекислий газ (0,3 %) + водяна пара (1 %).

І хоча частка водяної пари складає менше 1 % від загальної маси атмосфери, її вплив на погоду, клімат, самопочуття людей, як ми знаємо з життєвого досвіду, дуже значний.

***Вологість повітря*** – це вміст водяної пари у повітрі.

***Кількісна характеристика вологості повітря***

1. ***Абсолютна вологість повітря*** *кількісно дорівнює масі водяної пари в грамах, що містяться в 1 м3 повітря, тобто по суті це густина наявної у повітрі водяної пари:*

  (1)

Вимірюється в г\м3 абокг\м3

1. ***Парціальний тиск*** *водяної пари – це тиск, який чинила б водяна пара, якби у повітрі не було інших газів, найчастіше виражається в Па або мм рт. ст.*

Коли температура висока і пара далека від стану насичення, то до водяної пари можна застосувати рівняння Менделєєва-Клапейрона:

  (2)

***Розв’яжемо задачу*** Абсолютна вологість повітря при температурі 12 0С становить 8,3 г/м3. Що це означає? Який парціальний тиск цієї водяної пари?

Це означає, що у даний час в одному 1 м3 повітря знаходиться 8,3 г водяної пари. Тиск можна визначити з формули (2):



Що відбувається з парою при охолодженні повітря за постійного тиску?

 *Пара поступово стає насиченою, і далі конденсується, тобто вологість повітря підвищується, а відповідно при нагріванні – навпаки.*

Отже, максимальна абсолютна вологість – це густина водяної пари (і її парціальний тиск) у стані насичення ρа ірн.

Досліди, які показують утворення роси на охолодженій поверхні:

1. Утворення роси на зовнішніх стінках склянки, в яку наливається холодна вода (можна з кубиками льоду).
2. Конденсація водяної пари на стінках пляшки води, яку щойно дістали з холодильника.

***3) Точка роси******tp*** *– температура, при якій наявна у повітрі водяна пара стає , тобто починає конденсуватися на охолодженій поверхні.*

При температурі, що відповідає точці роси утворюється туман, випадає роса.

Приклади: *Віконний зимовий конденсат – вікна "течуть", "плачуть", особливо в мороз, випадання конденсату на всіх внесених з вулиці холодних предметах, посуд чи продукти, які дістали з холодильника вкриваються росою, конденсат на трубах з холодною водою в ванній або кухні, вогкість у підвалах і льохах*.

*Для оцінки ступеня вологості вводять наступний параметр, який показує, наскільки наявна у повітрі водяна пара близька чи далека від насичення.*

***4) Відносна вологість******повітря*** *– це величина, яка вимірюється відношенням абсолютної вологості ρа (t) при даній температурі до густини насиченої пари ρн (t) при тій самій температурі****.*** *Це відношення виражають у відсотках.*

 *(3)*

*Оскільки р ~ ρ, то* ***відносною вологістю повітря*** *називають і виражене в % відношення парціального тиску ра водяної пари, яка є в повітрі при даній температурі, до тиску насиченої пари рн при тій самій температурі*

 *(4)*

*В яких межах змінюється відносна вологість?*

***-*** мінімальна 0 % – дуже сухо (практично такої вологості повітря немає), насичене водяною парою повітря має φ = 100 %.

**Викладач** Проведемо невеличкий тренінг.

Користуючись даними сьогоднішнього прогнозу:

1. Визначити абсолютну вологість повітря і точку роси.
2. Чи може в 1 м3 повітря при цій температурі знаходитись 5 г і 10 г водяної пари?
3. Як і чому зміниться вологість повітря в приміщенні, якщо зараз відкрити вікно?

***Розв’язання***

Згідно прогнозу маємо t = 10 0C, φ = 90 %.



*За табл. знаходимо, що ρн(10 0С) = 9,41 г/м3, тоді*



*За табл. знаходимо, що наявна пара з цією густиною стає насиченою при t = 6,5 0С, тобто tp = 6,5 0С .*

*Максимальна кількість водяної пари, що може знаходитись при цій температурі у повітрі 7,53 г (виходячи з таблиці). Отже 5 г може, 10 г – ні.*

*Оскільки повітря надворі має значно меншу температуру і більшу вологість, ніж в аудиторії, то при відкриванні вікна температура в аудиторії знизиться, а вологість підвищиться.*

1. ***Методи вимірювання вологості повітря***

Прилади, які служать для вимірювання вологості – гігрометри.

1. ***Волосяний гігрометр***

Принцип дії волосяного гігрометра базується на властивості знежиреної людської волосини змінювати свою довжину залежно від вологості повітря.

Волосина закріплена на стояку і нижнім кінцем закріплена з механізмом стрілки, яка показує на градуйованій шкалі відносну вологість повітря у відсотках.

Сьогодні замість волосини як чутливий елемент зазвичай застосовують спеціальну але оброблену синтетичну нитку.

У сучасних гігрометрах застосовують електронні датчики для вимірювання вологості. Найпоширеніші датчики вимірюють зміну ємності або опору полімерної мембрани під дією вологи.

1. ***Психрометричний гігрометр (психрометр)*** має два термометри: сухий – для вимірювання температури повітря і вологий – для вимірювання температури води у спеціальному резервуарі. Вода з резервуара випаровується (в залежності від вологості повітря), охолоджуючись при цьому, тому покази вологого термометра нижчі за покази сухого. Визначивши різницю показів термометрів, за психрометричною таблицею визначають відносну вологість повітря.
2. ***Конденсаційний гігрометр*** складається з металевого резервуара з відполірованою передньою стінкою і термометра, дає змогу виміряти точку роси, а за нею – відносну вологість. У резервуар наливають невелику кількість ефіру, через який за допомогою груші продувають повітря. При випаровуванні ефіру температура знижується до точки роси, і на стінці з’являється роса внаслідок конденсації пари, що є у повітрі.

На конденсаційному методі вимірювання працюють сучасні електронні гігрометри, наприклад серії «ФОГ».

1. ***Значення вологості повітря***

Усі живі і неживі організми залежать від вмісту вологи у повітрі і завжди так чи інакше реагують на зміну вологості.

***Проблемне питання*** *Чим це можна пояснити?*

* Усі земні об’єкти мають певний вміст води, який адаптований до конкретного місця розташування на Землі (на прикладі тропіків, пустелі, морського узбережжя, середньої смуги). При підвищеній вологості з них випаровується менше водяної пари, при нижчій – більше.
* Всі об'єкти живої і неживої природи потребують певних умов мікроклімату
* Всі технічні і технологічні процеси також потребують певних умов мікроклімату

*Отже, знання про вологість повітря важливі для життєдіяльності людини в усіх сферах її життя*

***Суб’єктивне сприйняття людиною вологості повітря***

Звичайно однозначних параметрів суб’єктивного сприйняття людиною вологості повітря немає, все залежить від стану організму, пори року тощо. Слід зазначити, що більш визначальним є співвідношення температури і вологості, але межі оптимальної вологості для людини наступні

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сухо  | φ < 40 % | Волога інтенсивно виводиться з організму, – швидке висихання слизистих, охолодження |
| Комфортно | φ = 40-60 % | Організму забезпечена нормальна (комфортна) терморегуляція |
| Сиро  | φ > 60 % | Волога погано виводиться з організму, – перегрівання |

***Проблемне питання*** *Як забезпечити необхідну вологість у приміщенні?*

*Щоб підвищити: провітрювання приміщення, коли надворі дощова погода, вологе прибирання, поставити акваріум, кімнатні рослини, застосування зволожувача повітря або звичайного пульверизатора, розкласти на батареях мокрі рушники, поставити посудину з водою.*

*Щоб знизити: провітрювання приміщення, обігрів приміщення, застосування кондиціонера або осушувача повітря.*

Дом.завдання: опрацювати новий матеріал