

Заняття № 4

ВОЛОГІСТЬ ПОВІТРЯ ТА ҐРУНТУ

- 4.1. Характеристики вологості повітря.
- 4.2. Методи і прилади для виміру вологості повітря.
- 4.3. Методи визначення ґрунтової вологи.
- 4.4. Продуктивна волога.

Мета: ознайомитись з основними характеристиками вологості повітря, їх одиницями виміру; пристроєм та принципом дії психрометрів, гігрометрів та самописців; ознайомитись з основними методами визначення вологості ґрунту та запасами продуктивної вологи в ньому.

Завдання: законспектувати основні положення теми; розв'язати приведені наприкінці теми задачі.

Утримання водяної пари, що знаходиться в атмосфері, характеризує вологість повітря. Вимір вологості повітря має велике практичне значення, тому що вологість повітря обумовлює інтенсивність транспірації рослин і випаровування із ґрунту, впливає на біохімічні процеси, що відбуваються в живих організмах.

Волога є одним з незамінних факторів життя рослин. Вона потрібна рослинам протягом всього їх життя. У різні періоди вегетації для нормального росту та розвитку рослинний організм потребує різну кількість ґрунтової вологи та використовує її з різних шарів ґрунту. На рослину однаково несприятливо впливає як нестача, так і надлишок ґрунтової вологи.

Тому агрометеорологія вивчає вологість ґрунту, закономірності її формування та зміни у часі і просторі у різних кліматичних зонах. Встановлення залежності формування урожаю від запасів ґрунтової вологи має значення для оцінки стану посівів і насаджень, для визначення ефективності агротехнічних заходів. Тому на агрометеорологічних станціях і постах ведуть регулярні спостереження за вологістю ґрунту на полях та в садах.

Характеристики вологості повітря широко використовуються для емпіричних розрахунків потреби рослин у волозі, інтенсивності випару й ін.

4.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ

Для оцінки вологості повітря на практиці використовують парціальний тиск водяного пару, абсолютну вологість, відносну вологість повітря, дефіцит насичення, температуру точки роси.

Парціальний тиск водяного пару (або пружність водяного пару) (*e*) – тиск, що мав би водяний пар, що міститься в повітрі, якби він один займав об'єм, що дорівнює об'єму повітря при тій же температурі. Виражається в гектопаскалях (гПа). Парціальний тиск водяного пару може зростати до певної

межі, що називається **пружністю насичення (E)** - це максимально можливий тиск водяного пару при даній температурі повітря.

Абсолютна вологість (a) - маса водяного пару, що міститься в одиниці об'єму повітря. Виражається вона в кг/м^3 або г/м^3 . Коли відома пружність (e , гПа) та температура повітря (T , °К), то абсолютну вологість повітря розраховують так:

$$a = 220 \frac{e}{T} \quad (4.1)$$

Абсолютна вологість насичення (E') - максимально можливий вміст вологи в повітрі при даній температурі. Вимірюється в г/м^3 .

Відносна вологість (f) - відношення парціального тиску водяного пару до пружності насичення повітря при тих самих значеннях тиску і температури, виражений у відсотках. Вона характеризується ступенем насичення повітря водяною парою при даній температурі:

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100\% \quad (4.2)$$

Дефіцит насичення (d) - різниця між тиском насиченого водяного пару і парціальним тиском водяного пару при тих самих значеннях тиску і температури:

$$d = E - e \quad (4.3)$$

Насиченим називають повітря, у якому міститься максимально можлива кількість водяного пару при даній температурі.

Точка роси t_d - температура, при якій повітря досягає стану насичення при даних пружності водяного пару й атмосферному тиску. Виражається в °С.

4.2. МЕТОДИ І ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИМІРУ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ

Вологість повітря може бути обмірювана декількома методами. Найбільше поширення мають психометричний і гігromетричний методи.

Психометричний метод заснований на залежності інтенсивності випару з водяної поверхні від вологості навколишнього повітря. Вологість повітря визначається по різниці показань двох однакових психометричних термометрів - сухого і змоченого. З поверхні резервуара змоченого термометра відбувається випар. Чим сухіше повітря, тим інтенсивніше випар з резервуара змоченого термометра і тим нижче його показання в порівнянні із сухим термометром.

Гігromетричний (або сорбційний) метод заснований на використанні властивості гігроскопічних тіл реагувати на зміну вологості повітря.

Для виміру вологості повітря психометричним методом служать станційний і аспираційний психометри, а гігromетричним - гігromетри. Для безупинної реєстрації вологості повітря застосовуються гігрографа.

Станційний психрометр складається з двох однакових термометрів, що встановлюються в психрометричній будці. Лівий прийнято називати «сухим», він показує температуру повітря. Термометр, встановлений праворуч, називається «змоченим», тому що його резервуар безупинно змочується дистильованою водою. Вода знаходиться в спеціальному стакані і подається до резервуара за допомогою смужки батисту, один кінець якої обертає резервуар змоченого термометра, а інший опущений у стакан і тягне воду як гніт.

Чим менше вологість повітря, тим більше різниця показань сухого і змоченого термометрів.

За температурою повітря і показанням змоченого термометра при допомозі спеціальних «Психрометричних таблиць» визначають парціальний тиск пару, відносну вологість, дефіцит насичення і точку роси.

Аспіраційний психрометр дуже зручний для виміру вологості повітря в похідних умовах і серед рослин. За принципом дії він аналогічний станційному. Аспіраційний психрометр є одним з найбільш точних метеорологічних приладів. Резервуари його термометрів надійно захищені від променів Сонця, випар зі змоченого термометра відбувається при постійній швидкості вітру.

Волосяний гігрометр служить для виміру відносної вологості повітря. Дія приладу заснована на властивості знежиреного людського волоса змінювати довжину в залежності від відносної вологості (рис.4.1). Приймальною частиною гігрометра служить знежирений людський волос, натягнутий на металеву раму. Верхній його кінець закріплений регулювальним гвинтом, а нижній пов'язаний зі стрілкою. Зміна довжини волоса передається на стрілку, що указує відносну вологість на шкалі, що градуйована від 0 до 100%. Так як волос змінює свою довжину зі зміною вологості нерівномірно, то і ділення на шкалі мають нерівні проміжки: на початку шкали вині більші, ніж у кінці. Чутливість гігрометра згодом змінюється, тому його показання необхідно звіряти з відсною вологістю, що винаходиться за психрометром. У зимовий час спостереження по психрометру при температурі нижче -10°C не виробляються і для виміру вологості повітря застосовується тільки гігрометр. Тому до настання морозів протягом одного місяця показання гігрометра порівнюються з показаннями психрометра і наносяться на графік, що буде служити для перекладення показань гігрометра в показання психрометра.

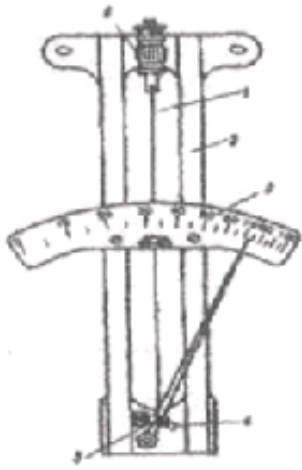


Рис.4.1. Волосяний гігрометр.

1 – волос; 2 – рама; 3 – шкала;
4 – дужка стрижня; 5 – вісь стрілки;
6 – регулювальний гвинт.

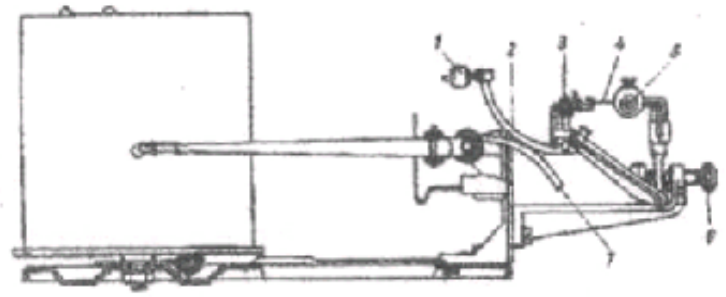


Рис.4.2. Гігрограф.

1 – противага; 2 – стріла з пером;
3 – важіль; 4 – пучок волосся;
5 – рама; 6 – установочний гвинт;
7 – аретир.

Гігрограф — прилад для безупинного запису відносної вологості повітря (рис.4.2). Прийомною частиною приладу є пучок знежиреного людського волосся. В іншому пристрій цього приладу майже аналогічний термографу.

4.3. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ГРУНТОВОЇ ВОЛОГИ

Основним методом визначення вологості ґрунту є термостатно-ваговий, що прийнятий як еталон для оцінки інших методів. За цим методом ґрунтовими бурами проводять відбір зразків ґрунту через кожні 10 см до глибини 1,0 - 1,5 м. Принцип дії цих бурів базується на ручному обертанні бурового стакану за допомогою штанги та ручки-воротка. З нижньої треті стакану ґрунт перекладають у алюмінієві стаканчики (бюкси) й накривають кришками.

Потім ці проби переносять до лабораторії і зважують на технічних терезах (механічних чи електричних) з точністю до 0,1 г. Після зважування бюкси з відкритими кришками висушують в термостаті при температурі 100 -105 °С до постійної маси. Це дозволяє вилучити з ґрунту всю вологу. На основі різниці мас проб до і після висушування розраховують вологість ґрунту (у відсотках до маси абсолютно сухої наважки):

$$W = \frac{m_{\text{вол}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} \cdot 100 \quad (4.4)$$

де W - вологість ґрунту, %; $m_{\text{вол}}$, $m_{\text{сух}}$ - маса зразків до і після висушування, г.

Вологість ґрунту розраховують з точність до 0,1%.

Вміст води у ґрунті не залишається постійним. Він змінюється у часі та у просторі в залежності від метеорологічних умов, типу ґрунту, рельєфу, виду та

віку рослин та ін. Спостереження за вологістю ґрунту проводять регулярно, у теплий період року кожен декаду, по восьмих днях у чотирикратній повторності.

Описаний метод визначення вологості ґрунту потребує багато часу та сил, тому розроблюють різноманітні непрямі методи. Їх поділяють на три основні групи:

- *оммічний метод*, який оснований на вимірюванні електричного опору ґрунту;
- *тензометричний метод* - вимірювання капілярного натягнення ґрунтової вологи;
- *нейтронний метод* - вимірювання ступеню ослаблення Інтенсивності гама-променів.

Розроблений також метод дистанційного визначення запасів продуктивної вологи у орному шарі ґрунту радіометричним вологоміром. Принцип роботи приладу заснований на вимірюванні радіотеплового випромінювання ґрунту, яке залежить від вологості ґрунту.

Однак по цей час ні один з цих методів не в змозі замінити термостатно-ваговий.

4.4. ПРОДУКТИВНА ВОЛОГА

Вода, що утримується у ґрунті, може бути по різному зв'язана з ним, і тому рослини не завжди можуть використовувати її повністю. Запаси вологи у ґрунті можуть бути різними при однаковій вологості ґрунту. При зменшенні вологості ґрунту настає такий стан, коли рослини починають в'янути. Вологість ґрунту, при якій з'являються незворотні ознаки в'янення рослин, називають *вологістю стійкого в'янення*. Ця величина майже не залежить від характеру рослинності, вона залежить від структури, механічного складу і гуміфікації ґрунту. Чим менше часточки і більше гумусу у ґрунті, тим більше в ньому міцно зв'язаної води і там більше вологість стійкого в'янення.

Тому оцінювати умови формування урожайності сільськогосподарських культур можна лише за тією кількістю вологи, яка перевищує вологість стійкого в'янення. Оскільки лише ця волога використовується рослинами для створення органічної речовини, її прийнято називати **продуктивною вологою**.

Кількість продуктивної вологи у ґрунті виражають висотою шару води у міліметрах у певному шарі ґрунту, що дозволяє зіставляти її запаси з витратами води на випар та її приходом у вигляді опадів, які також вимірюються у міліметрах. Для перерахунку вологості ґрунту, вираженої у відсотках, у в міліметри продуктивної вологи застосовують формулу:

$$W_{np} = 0,1 \cdot dh(W - k) \quad (4.5)$$

де W_{np} - запаси продуктивної вологи, мм

d - об'ємна маса ґрунту (тобто маса 1 см^3 абсолютно сухого ґрунту у непорушному стані), г/см^3 ; h - товщина шару ґрунту, см ;

W - вологість ґрунту, % від маси абсолютно сухого ґрунту;

k - вологість стійкого в'янення, % від маси абсолютно сухого ґрунту;

$0,1$ - коефіцієнт для переведення запасів вологи в міліметри водного стовпчика.

Згідно методики, що застосовується в агрометеорології, запаси вологи на сільськогосподарських полях оцінюються тільки в міліметрах продуктивної вологи. Для цього на всіх ділянках спостереження визначаються по шарам (через кожні 10 см) об'ємна маса ґрунту, вологість стійкого в'янення, в також деякі інші характеристики.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ; ЗАВДАННЯ І ЗАДАЧІ

1. Що таке «вологість повітря»?
2. Дайте визначення основних величин вологості повітря.
3. На чому засновані психрометричний і гігрометричний методи вимірювання вологості повітря?
4. Розрахуйте відносну вологість (f) та дефіцит вологості повітря (d), якщо пружність водяної пари $e = 17,1$ гПа, а пружність насичення дорівнює $E = 24,0$ гПа.
5. Розрахувати абсолютну вологість повітря, що має температуру $22,6$ $^{\circ}\text{C}$, якщо парціальний тиск дорівнює $17,2$ гПа.
6. Як часто визначають вологість ґрунту?
7. Які існують методи визначення вологості ґрунту?
8. Принцип термостатно-вагового методу? Його переваги і недоліки.
9. Що таке "продуктивна волога ґрунту"? Від чого вона залежить?
10. Розрахувати вологість ґрунту, якщо відомо, що його маса до висушування була $175,2$ г, а після висушування – $157,8$ г.
11. Розрахувати запаси продуктивної вологи у орному шарі ґрунту (0-30 см), якщо в результаті агрометеорологічних досліджень отримані наступні данні:

Шар ґрунту, см	Вологість ґрунту, %	Вологість стійкого в'янення, %	Об'ємна маса ґрунту, г/см^3
0-10	27,7	17,6	1,22
10-20	27,9	17,8	1,36
20-30	26,9	18,1	1,45

ЛІТЕРАТУРА

1. Польовий А.М. Основи агрометеорології: Конспект лекцій. / Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В.– Одеса: Вид-во «ТЭС», 2004. – 150 с.
2. Чирков Ю.И. Основы агрометеорологии/ Ю.И. Чирков. –Л.: Гидрометеоиздат, 1988. –247с.