Лабораторна робота № 2

УСТРІЙ ТА ПРИНЦИП ДІЇ ТЕРМОМЕТРІВ

Температура повітря і ґрунту - один з основних факторів життя живих організмів.

Основним джерелом тепла є променистa енергія сонця. Поглинання тепла і передача його в глибину ґрунту залежать від теплоємності, теплопровідності, температуропроводності, а також від кольору і характеру поверхні, що підстилає, (рельєфу, рослинності, близькості водойомів, наявності снігового покриву і т.п.). Це обумовлює нерівномірний розподіл температури ґрунту і повітря на значних територіях.

Температура виміряється в градусах Цельсію (°С).

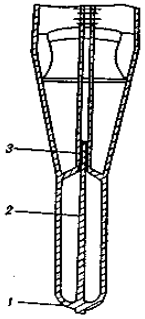
2.1. Види термометрів

Для виміру температури повітря і ґрунту найбільше застосування мають рідинні, термоелектричні, деформаційні термометри.

Рідинні термометри засновані на принципі зміни об'єму рідини зі зміною температури. У якості рідини в них найчастіше використовують ртуть або спирт.

Ртутні термометри завдяки порівняно високій точності і простоті конструкції широко застосовуються на гідрометеорологічних станціях при вимірюванні температури повітря, ґрунту і води. Для вимірювання низьких негативних і мінімальних температур використовуються також спиртові термометри. У залежності від призначення термометри розрізняються по конструкції, розмірам і технічним характеристикам. Прийомною частиною цих термометрів служить скляний резервуар з капілярною трубкою, прикріпленої до шкальної пластини. Резервуар і частина капілярної трубки заповнені ртуттю (або спиртом) і разом зі шкальною пластиною поміщені в скляну оболонку. У ртутних термометрів простір над ртуттю заповнено інертним газом (азотом), у максимального термометра над ртуттю вакуум. У спиртових термометрах простір у капілярі над спиртом заповнено повітрям під тиском, що перешкоджає випару і дистиляції спирту у верхню частину капіляра. На лицьовій стороні шкальної пластини нанесена шкала в градусах міжнародної шкали температур.

Максимальні і мінімальні термометри мають наступні особливості. У дно резервуара ***максимальних термометрів*** упаюється скляний штифт, що входить верхнім кінцем у капілярну трубку (рис. 2.I). Штифт перешкоджає спаданню ртутного стовпчика при зниженні температури і зберігає максимальне показання термометра внаслідок того, що в місці звуження між штифтом і капіляром сили тертя об стінки перевищують сили молекулярного зчеплення ртуті і ртутний стовпчик виявляється відірваним від маси ртуті, що знаходиться в резервуарі. При струшуванні термометра ртутному стовпчику повідомляється прискорення, при якому ртуть проштовхується в резервуар.



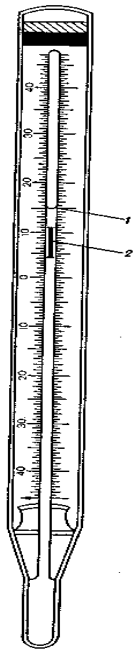


Рис. 2.І. Термометр максимальний
1 -резервуар; 2 - штифт: 3 – капіляр

Рис. 2.2. Термометр мінімальний
1 –меніск спирту; 2 - штифт

У капілярній трубці ***мінімальних термометрів*** (рис.2.2) знаходиться скляний штифт, що вільно переміщається усередині спирту вниз під дією прискорення вільного падіння. У горизонтальному положенні термометра штифт залишається нерухомим при збільшенні температури й утримується силами тертя об стінки. При зниженні температури штифт переміщається убік резервуара, що захоплюється поверхневою плівкою спирту, і його положення на шкалі фіксує мінімальну температуру.

Термоелектричні термометри засновані на зміні електрорушійної сили термоелементів, що виникає внаслідок різниці температур спаїв. Термоелементи часто виготовляють з міді і константану. Перевага цих термометрів перед рідинними полягає в тому, що ними можна робити виміру у всьому діапазоні температур, що враховуються в метеорології.

Електротермометри опори засновані на принципі зміни електричного опору матеріалів. Ці термометри широко застосовуються для дистанційних вимірів.

Деформаційні термометри засновані на принципі зміни лінійних розмірів твердих тіл зі зміною температури. Приймачем таких термометрів є біметалічна пластинка або пружина з інвару і стали.

2.2. ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ

Температура повітря виміряється різними термометрами. На метеорологічних станціях використовуються наступні термометри:

- *психрометричні* — для визначення температури повітря в термін спостережень;
- *максимальний,* за яким визначають найбільшу температуру повітря між термінами спостережень;
- *мінімальний,* за яким визначають найменшу температуру повітря між термінами спостережень.

Устрій максимального і мінімального термометрів викладено вище.

Психрометричний термометр — ртутний, з кулястим резервуаром. Усі термометри містяться в психрометричній (метеорологічній) будці, що захищає їх від сонячної радіації, теплового випромінювання Землі і навколишніх предметів, а також від опадів, сильних поривів вітру та ін. Конструкція будки забезпечує вільний повітрообмін, тому що стінки будки складаються з подвійних жалюзі, планки яких розташовані під кутом 45° до обрію. Будка ставиться на металеву підставку висотою 175 см, що дозволяє поміщати резервуари психрометричних термометрів на висоті 200 см.

Термометри встановлюються в будці на металевому штативі. Психрометричний термометр закріплюється вертикально, максимальний термометр укладається майже горизонтально з невеликим нахилом убік резервуара, мінімальний термометр — строго горизонтально. Узимку при температурах нижче —20 °С поруч із сухим психрометричним термометром встановлюють спиртовий термометр. Ртуть замерзає при температурі —38,9°С, тому при температурі нижче —36 °С визначення по ртутних термометрах не роблять. По термометрах, що встановлені у будці, визначаються температура повітря в терміни спостережень, а також максимальна і мінімальна Його температура в інтервалі між термінами.

Для безупинного запису температури повітря використовується термограф. Його приймачем служить біметалічна пластинка, кривизна якої змінюється в залежності від температури. Зміни кривизни пластинки передаються на стрілку з пером, що креслить лінію на паперовій стрічці, яка прикріплена до барабану, що обертається годинним механізмом. Термограф, барабан якого робить один оборот у добу, називається *добовим*. Існують також *тижневі* термографи. Термограф знаходиться в жалюзійній будці для самописів.

Температура приземного шару повітря змінюється як впродовж доби, так і впродовж року. Добовий хід температури повітря має максимум о 14 - 15 год. І мінімум перед сходом сонця. Амплітуда температурних коливань залежить від погодних умов, пори року, рельєфу, фізичних властивостей ґрунту та є важливою характеристикою клімату,

У ясну погоду амплітуда температур вища ніж у похмуру, оскільки хмари затримують випромінювання і тим самим підвищують нічну температуру. Також амплітуда температур у середніх широтах взимку менше, ніж влітку.

Річний хід температури повітря у різних географічних зонах різний і залежить від широти місця, континентальності його, знаходження та висоти над рівнем моря. Характеристикою річного ходу температури є амплітуда річних коливань температури повітря (різниця між середніми місячними температурами самого теплого та самого холодного місяця).

Температура повітря у тропосфері з висотою зменшується приблизно на 0,6 ° С на кожні 100 м висоти. Але в приземному шарі повітря розподіл температури може бути будь-яким: збільшуватись, зменшуватись, залишатись без змін.

Розподіл температури з висотою характеризується вертикальним градієнтом (*ВГТ*):

$$ВГТ = (t_Н - t_В)/(Z_В - Z_Н) \qquad (2.1)$$

де $t_Н - t_В$ - різниця температури між нижнім та верхнім рівнями, °С;

$Z_В - Z_Н$ - відстань між двома рівнями, м.

Зазвичай ВГТ розраховується на 100 м висоти.

У приземному шарі повітря значення ВГТ залежить від погодних умов, пори року, пори доби, вітру, вологості ґрунту, наявності рослинного покриву.

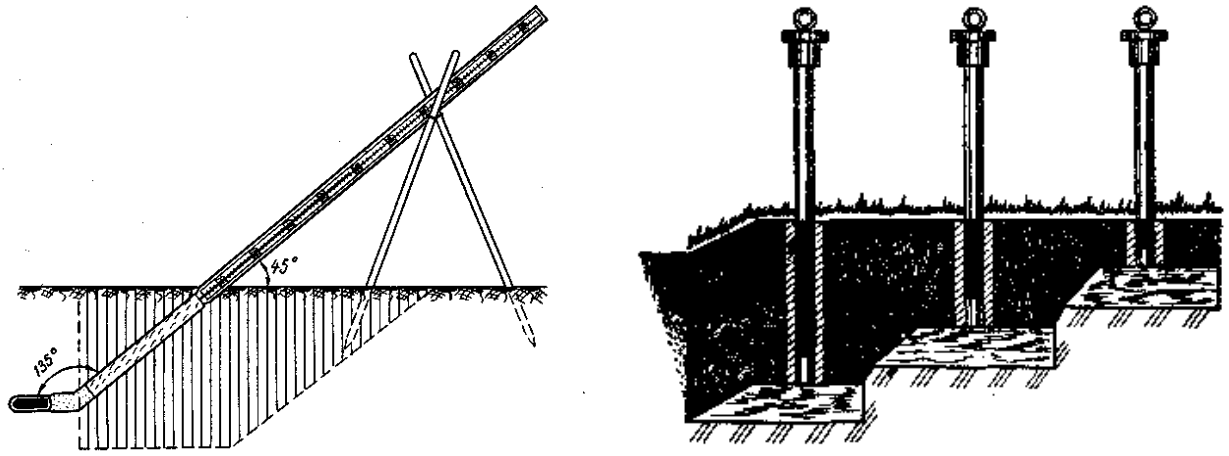
2.3 Температура ґрунту

Для вимірювання температури поверхні ґрунту використовуються:

- *терміновий термометр*, яким вимірюють температуру у певний термін
- спостережень;
- *максимальний термометр*, що показує найбільшу температуру поверхні ґрунту між термінами спостережень;
- *мінімальний термометр*, по якому визначають найменшу температуру поверхні ґрунту між термінами спостережень.

Температура ***орного шару ґрунту*** виміряється колінчатими термометрами Савинова ТМ-5 (рис. 2.3 а). Це ртутні термометри, що вигнуті під кутом 135°. Комплект складається з чотирьох термометрів, призначених для установки на глибинах 5, 10, 15 і 20 см. Довжина термометрів різна і відповідає глибині їхнього встановлення.

Колінчаті термометри встановлюються тільки в теплий час року на тій же площадці, де виміряється температура поверхні ґрунту. Розташування термометрів — зі сходу на захід починаючи з глибини 5 см.



а) Колінчатий термометр Савинова; б) Грунтово-витяжні термометри

Рис.2.3. Термометри ґрунтові

На великих глибинах температура ґрунту виміряється грунтово-витяжними термометрами (рис.2.3 б). Кожен термометр укладений у пластмасову оправу, що має мідний наконечник. Резервуар термометра з ртуттю оточений мідними обпилюваннями, що дозволяють термометру в момент витягування і відліку зберігати значення температури ґрунту на глибині його встановлення. Оправа з термометром прикріплюється до дерев'яної тичини з ковпачком на кінці. Тичина з термометром вставляється в трубу з мідним наконечником, що, стикаючись з наконечником оправи, забезпечує тепловий контакт із ґрунтом. Труба встановлюється на відповідну глибину і закріплюється відтягненнями. Для відліку термометр витягується з труби.

У повний комплект входить вісім витяжних термометрів, установлюваних на глибини 20, 40, 60, 80, 120, 160, 240 і 320 см стаціонарно на багато років. На цій ділянці зберігається природний рослинний (або сніжний) покрив.

У ґрунті природного складу першопричиною процесу теплообміну є вертикальний температурний перепад, що змінює знак від дня до ночі. Завдяки цьому виникає процес теплопровідності Теплообмін у ґрунті здійснюється завдяки; теплопровідності вздовж окремої частки ґрунту, передачі тепла від однієї частки до іншої, молекулярній теплопровідності у середовищі поміж частками, теплопередачі на межі твердих часток і середовища, конвекції газів і вологи.

Денне нагрівання і нічне охолодження ґрунту викликають добові коливання його температури. Максимум температури на поверхні Фрунту спостерігається близько 13 години (за сонячним часом). Мінімум температури ґрунту спостерігається перед сходом Сонця, Різниця між максимумом і мінімумом у добовому або річному ході називається *амплітудою ходу температури*.

На величину добової амплітуди температури поверхні ґрунту впливають: пора року, географічна широта, рельєф, рослинний і сніговий покрив, колір ґрунту, стан поверхні, вологість ґрунту, хмарність.

Хід температури впродовж року визначається різною кількістю сонячної радіації - найменша у січні, найбільша - в липні або серпні.

Тепло в ґрунті розповсюджується за законами загальної теорії молекулярної теплопровідності, які мають назву законів Фур'є:

- *незалежно від типу ґрунту період коливань температури з глибиною не змінюється*, тобто проміжок часу між настанням максимуму і мінімуму температури на всіх глибинах однаковий;
- *зростання глибини в арифметичній прогресії викликає зменшення амплітуди в геометричній прогресії*. Отже, з глибиною амплітуди коливання температури затухають дуже швидко. Добові коливання, як правило, досягають глибини не більш як 1 м, а річні – 19 – 20 м;
- *максимальні і мінімальні температури на глибинах наступають пізніше*. У середньому добовий максимум і мінімум на кожні 10 см глибини запізнюється на 2,5 – 3 год. Так, у максимальна добова температура на поверхні ґрунту спостерігається о 13 год, а на глибині 10 см максимум буде тільки о 15 – 16 год.

Річні коливання температури розповсюджуються з глибиною за тими ж законами. Шар ґрунту, в якому спостерігається добовий і річний хід температури називається *активним або діяльним шаром*.

На температуру ґрунту суттєво впливає рельєф. Навесні і восени південні схили вдень тепліші, а північні холодніші, ніж відкрите рівне місце. Це обумовлено розподілом сумарної сонячної радіації.

На температуру ґрунту впливає наявність рослинного покриву. Дія рослинного покриву на термічний режим ґрунту і приземного шару повітря дуже різноманітна. Вдень поверхня під рослинами нагрівається менше і менше охолоджується вночі за рахунок зменшення випромінювання. Транспірація рослин та її мінливість з часом в значній мірі визначає розподіл температури у міжлистковому просторі і також зменшує температуру ґрунту за рахунок витрат тепла на випаровування. В холодну пору року на тепловий режим фунту дуже впливає наявність снігового покриву. Сніг завдяки малій теплопровідності перешкоджає сильному охолодженню і промерзанню ґрунту.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ; ЗАВДАННЯ

1. Принципи дії рідинних і термоелектричних приладів.
2. Пристрій і принцип дії термінових, максимальних і мінімальних термометрів.
3. Пристрій і принцип дії термографів. Види термографів.
4. Що таке "вертикальний температурний градієнт"? Що він характеризує?
5. Якими видами термометрів користуються для вимірювання температури ґрунту на різних глибинах?
6. У якій частині метеорологічної ділянки встановлюють колінчаті термометри Савинова? Грунтово-витяжні термометри?
7. Сформулюйте закони Фур'є, за якими розповсюджується тепло у ґрунті.