

## **Тема 2. ПОВІТРЯ І АТМОСФЕРА.**

### **План**

1. Газовий склад атмосфери
2. Будова атмосфери.
3. Походження атмосфери.
4. Методи дослідження атмосфери

### **1. Газовий склад атмосфери**

Атмосфера - це газова оболонка Землі /від грецького "атмос" -пара/. Вона простягається від поверхні Землі до 20000 км і поступово переходить в міжпланетний простір. За складом атмосфера являє собою фізичну суміш газів, рідин /краплини води/ та твердих речовин /пил, сніг, град/. Основні компоненти, які входять до складу сухого повітря нижньої атмосфери: азот /78,05%/, кисень /20,95%/, аргон /0,93%/, вуглекислий газ /0,03%/ і в незначній кількості - гелій, водень, неон, криптон, ксенон та ін. Крім того, в повітрі може бути від 0 до 4% водяної пари. Основна маса атмосфери /90%/ зосереджена в приземному шарі товщиною 16 км. До висоти 250 км у складі повітря переважають азот і кисень, від 250 до 700 км - атоми кисню, а ще вище - водень і гелій.

### **2. Будова атмосфери.**

За фізичними властивостями атмосфера поділяється на концентричні оболонки: тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу /іоносферу/ та водневу корону /рис. 1/. До географічної оболонки входять тільки тропосфера та нижня стратосфера до озонового екрана. Нижньою межею атмосфери умовно вважають поверхню суші та океану.

У тропосфері відбувається вертикальна конвекція /підняття і опускання повітря /від грецького "тропос" - поворот/. В екваторіальних широтах висота тропосфери досягає 18 км, у помірних - до 12 км, а в полярних - до 8 км, вона дещо змінюється залежно від широти, температури і циркуляції повітря. В тропосфері зосереджено 80% всієї маси повітря. Атмосферний тиск падає від 101300 Па /1013 мб/ біля земної поверхні до 28000 Па /280 мб/ на верхній межі тропосфери, тобто на Земній поверхні атмосфера тисне в середньому з силою 1,032 кг на 1 см квадратний.

До складу тропосфери входять 90% водяної пари і вуглекислого газу атмосфери, майже всі аерозолі, тут формуються погода і клімат,

У тропосфері відбуваються процеси теплообміну і трансформації сонячної енергії. Температура повітря в тропосфері поступово знижується з висотою в середньому на 0,6°C на кожних 100 м. На верхній межі тропосфери температура падає до -45...-65 °C над полюсом і до -70...-80 °C над екватором.

Перехід від тропосфери до стратосфери поступовий протягом 1 км, цей шар називають тропопаузою.

Стратосфера /грец. "стратос" - шар/ простягається від 8-18 до 50-60 км, де розміщений перехідний шар - стратопауза. Падіння температури в стратосфері припиняється і з висоти 20 км до 55 км температура підвищується до +30 °C. Це обумовлено інтенсивним поглинанням

ультрафіолетової сонячної радіації при утворенні та розпаді озону. Найбільша концентрація озону припадає на висоту 20-25 км і є верхньою межею біосфери /поширення організмів і теплового впливу земної поверхні/. На висоті 20-30 км зустрічаються перламутрові хмари, складені з кристалів льоду.

Після стратопаузи, вище за 55 км, міститься мезосфера, яка простягається до 80 км, де температура знову падає до  $-60^{\circ}\text{C}$ , а на висоті 80 км у мезопаузі - до  $-130\text{...}-150^{\circ}\text{C}$ . Тут бувають сріблясті хмари, ще недостатньо вивчені. Над мезопаузою розміщена термосфера, де температура підвищується на висоті 150 км до  $220^{\circ}\text{C}$ , а на висоті 600 км до  $1500^{\circ}\text{C}$ . Під дією ультрафіолетової та електричної радіації Сонця порушується будова молекул і атомів, утворюються заряджені іони, тобто відбувається іонізація. На висотах 100, 180 і 300 км виділяють шари посиленої іонізації, від яких відбиваються середні та короткі радіохвилі. В зв'язку з цим термосферу називають ще іоносферою. Вона захищає земну поверхню від рентгенівського випромінювання і шкідливої дії сонячної корони. Тут утворюються полярні сяйва.

Від 1000 до 8000 км простягається екзосфера /зовнішня атмосфера/, тут швидкість руху газів наближається до 11,2 км/с, і іони поступово розсіюються в космосі. Особливо інтенсивно вислизає водень, він панує в екзосфері і утворює водневу корону, яка закінчується на висотах близько 20000 км.

### **3. Походження атмосфери.**

Земна атмосфера відрізняється за своїм складом від Всесвіту, де поширені водень і гелій, вміст яких в земному повітрі мізерний, відповідно 0,00006 і 0,0007 %. Атмосфера формувалася разом з розвитком Землі в умовах гравітаційного поля, магнітосфери і обертання планети, Первинна газова оболонка, яку захопило гравітаційне поле Землі з протопланетної хмари, складалася переважно з молекул водню і аміаку з домішками метану. На початку геологічної історії утворилася власно вторинна вуглекисла атмосфера. Вуглекислий газ виділявся а надр в зв'язку з інтенсивним вулканізмом і орогенезом, а вміст аміаку, метану та водню знижувався. З виникненням близько 3 млрд. років тому та прогресивним розвитком живих організмів - зелених рослин - починається найважливіший природний процес - фотосинтез. Відбувається витягнення рослинами з атмосфери вуглекислого газу і виділення вільного кисню. У фотосинтезі беруть участь вуглекислий газ і вода. Частина води розкладається, водень засвоюється, а кисень виділяється в атмосферу. О.П.Виноградов /1962/ показав, що в атмосфері панує ізоотоп кисню з атомною вагою 16, який утворюється при розкладі води рослинами в процесі фотосинтезу. 70% кисню; виробляють водорості Світового океану і 30% - зелені рослини на суші. Основні джерела азоту - це окислення аміаку, вулканічні гази, електричні розряди і живі організми. Американський геохімік Л. Кальп довів, що інертний газ аргон, якого порівняно багато в атмосфері та гідросфері, утворився з радіоактивного ізоотопу калію з атомною вагою 40 і виділився з надр.

Атмосфера містить приблизно 1000000000000000 т кисню, стільки ж його проходить через живі організми. Роль вільного кисню виключно велика - він необхідний для дихання. За рахунок кисню живі організми одержують енергію для фізіологічних функцій, він входить до складу білків, жирів, вуглеводів.

Кисень в атмосфері представлений також озоном, який утворюється в результаті розщеплення молекул кисню ультрафіолетовими променями і електричними розрядами на атоми та приєднання атомів до молекул.

Озон нестійкий і дуже активний газ, головна його маса міститься на висоті від 10 до 60 км. Якби його зібрати в приземній атмосфері з її щільністю, утворився б шар озону товщиною лише в 2-5 мм, але він поглинає всі ультрафіолетові хвилі до 0.29 мк, які згубно діють на живі організми.

Атмосфера - це динамічна субстанція. В результаті різноманітних внутрішніх та зовнішніх процесів відбувається коливання вмісту газів. Кожного року до 1 млн. тонн газів виділяється з надр, водень і гелій зверху вислизують від Землі. Коливається вміст водяної пари, озону, вуглекислого газу, які поглинають довгохвильове інфрачервоне випромінювання земної поверхні та зумовлюють тепличний ефект атмосфери. Збільшується кількість аерозолів, концентрація яких змінна в просторі та в часі і які проникають з тропосфери в стратосферу.

Частину атмосфери, яка має постійний склад переважаючих газів, приблизно до висоти 90 - 100 км, називають гомосферою. Вище 90 - 100 км, де під дією ультрафіолетової та корпускулярної сонячної радіації і гравітаційної диференціації газовий оклад атмосфери змінюється, її називають гетеросферою.

#### **4. Методи дослідження атмосфери**

Атмосфера - це об'єкт вивчення метеорології, кліматології, аерономії, синоптичної метеорології.

Метеорологія - це наука про фізичні явища і процеси в атмосфері, їх взаємодію з земною поверхнею та космічним середовищем /грец. "метеор" - небесне явище, грец. "логос"-вивчення, пізнання/.

Кліматологія - наука про клімат, тобто сукупність атмосферних умов, притаманних тому чи іншому району залежно від його географічних факторів. Це географічна наука, а метеорологія належить до геофізичних наук

Аерономія - це вивчення процесів у високих шарах атмосфери або фізика верхньої атмосфери.

Синоптична метеорологія вивчає закономірності формування і змін погоди на великих територіях і методи завбачення погоди. Погода - це стан атмосфери біля земної поверхні та прилеглих більш високих шарів. Вона характеризується такими метеорологічними показниками, як температура повітря, хмарність, атмосферні опади, вітер, тиск, вологість повітря, тощо.

В атмосфері відбуваються кліматичні процеси - теплообіг, вологообіг і атмосферна циркуляція, які розглядаються в даному розділі далі.

Для вивчення атмосферних процесів і явищ проводять спостереження та виміри. Зібрані матеріали узагальнюють і аналізують для виявлення закономірностей розвитку атмосферних процесів, які використовуються для розв'язання практичних задач, найважливішою з яких є передбачення погоди.

Методи дослідження в метеорології поступово вдосконалювались. На початку переважали візуальні спостереження та епізодичні вимірювання деяких величин біля земної поверхні.

У ХУП ст. винайдені перші метеорологічні прилади /Галілеєм та його учнями/. Інструментальні спостереження почалися з кінця ХУП і початку ХУШ століть в деяких пунктах Європи і на морських маршрутах.

З приватної ініціативи в другій половині ХУШ ст. була організована міжнародна сітка метеорологічних станцій в Європі. Результати її спостережень за 12 років були опубліковані.

У ХІХ ст. виникають перші державні сітки станцій. Г.В.Брандес складає в Німеччині перші синоптичні карти, а О.Гумбольдт закладає основи кліматології. Після винаходу телеграфу в 50—х роках розвивається синоптичний метод досліджень і виникає служба погоди та синоптична метеорологія. Це дало можливість вивчати процеси великого масштабу з урахуванням впливу різних фізико географічних умов. Організуються перші метеорологічні інститути, розвивається динамічна метеорологія, яка використовує закони гідромеханіки і термодинаміки при дослідженнях атмосферних процесів.

У ХХ ст. починається дослідження атмосфери за допомогою радіозондів, літаків, аеростатів, ракет, штучних супутників Землі та різноманітних радіотехнічних засобів.

В останні десятиріччя розвиваються експериментальні методи, особливо для вивчення хмар і туманів, оптичних і електричних явищ. При дослідженнях атмосфери широко використовуються математика і сучасна обчислювальна техніка. Проводяться експерименти активного втручання в атмосферні процеси з метою управління явищами погоди, особливо багато спроб впливу на хмари та тумани.

Дуже поширився дистанційний метод зондування атмосфери, суть якого полягає у знанні закономірностей проходження електромагнітних і звукових хвиль через атмосферні неоднорідності. Зондування здійснюється за допомогою ракет-гранат, лазерів і прожекторів, радіолокаторів.

Новим технічним засобом отримання метеорологічної інформації з території всієї земної кулі є штучні супутники Землі /ШСЗ/, які вперше були запуснені в СРСР. Супутники дозволяють дуже швидко прозондувати стан атмосфери, поверхню океану і суші. Кількість інформації, яку дають супутники, величезна. Наприклад, за добу два супутники системи "Метеор" передають таку саму кількість інформації, яка надходить за півроку зі всіх наземних метеостанцій світу. Всю супутникову інформацію можна швидко обробити лише за допомогою ЕОМ /електронно-обчислювальних машин/. У першу чергу ці результати використовують для аналізу і прогнозу погоди. Переробку метеоінформації здійснюють Гідрометеоцентр та науково-

дослідний інститут з вивчення природних ресурсів у Москві та регіональні гідрометеоцентри у Новосибірську, Ташкенті, Хабаровську і Мінську.

Найкращі зіставлення і порівняння проводяться за допомогою карт. Серії синоптичних карт відображають стан атмосфери і атмосферні процеси на великих територіях на момент часу. Результати синоптичної обробки багаторічних спостережень показують на кліматичних картах /карти розподілу температур і опадів, карти розподілу тиску і переважаючих вітрів, карти висоти і тривалості залягання снігового покриву та ін./.

У всіх країнах світу є спеціальні державні організації гідрометеослужби, до складу яких входять сітки метеостанцій і гідрометеопостів на суші і на кораблях, літаках, плаваючих кригах, а також наукові метеорологічні установи і обсерваторії та численні бюро прогнозів погоди.

При ООН існує Всесвітня метеорологічна організація з Всесвітньою службою погоди, яка має три світових метеорологічних центри - Москва, Вашингтон та Мельбурн. Вона розробляє програми досліджень глобальних атмосферних процесів, в яких беруть участь різні країни. Нині проведено велику кількість комплексних досліджень зусиллями багатьох країн. Це міжнародні проекти: ПДГАП - програма досліджень глобальних атмосферних процесів. МОНЕКС - Мусонна підпрограма, ПОЛЕКС - Полярний експеримент, ТРОПЕКС - Тропічний експеримент та ін.

На наземних метеостанціях всього світу проводять синхронні спостереження через кожні 3 години за єдиним грінвіцьким часом. Результати передаються по телефону, телеграфу чи радіозв'язку в центри служби погоди для складання синоптичних карт.

На метеостанціях основного типу спостерігаються наступні метеоеlementи: температура повітря на висоті 2 м над землею поверхнею, атмосферний тиск; вологість повітря /пружність водяної пари і відносна вологість/; вітер на висоті 10—12 м /швидкість і напрям/; хмарність /ступінь покриття неба, типи хмар, висота, швидкість і напрям руху/; кількість опадів та їх типи; наявність та інтенсивність туманів та опадів, які утворюються на земній поверхні /роса, іней, ожеледиця тощо/; горизонтальна видимість.