


# Основи наукових досліджень в теплоенергетиці та гідроенергетиці

доктор технічних наук, доцент, академік Європейської науково-освітньої академії, провідний  
науковий співробітник

Чейлитко Андрій Олександрович



# Лекція 6

## Випробування, як предмет наукового дослідження

доктор технічних наук, доцент, академік Європейської науково-освітньої академії, провідний  
науковий співробітник

Чейлитко Андрій Олександрович

# ВСТУП

Серед основних подій життєвого циклу апаратів теплотехнології займають випробування. В процесі виробництва апаратів теплотехнології проводиться велика кількість різних по складності випробувань, починаючи з найпростіших - контрольних, потім лабораторних, стендових і нарешті до найскладніших - виробничих.

Основна мета випробувань полягає в здобутті інформації про стан випробуваного апарату.

# ВСТУП

У будь-якому випрбуванні можна виділити наступні чотири фази:



# ВСТУП

*Планування* - це найважливіший етап виконання роботи. В результаті планування має бути отримана відповідь на питання: що, коли і як робити. На етапі планування складається програма випробувань, яка повинна включати мету і задачі випробувань, опис об'єкту випробувань, порядок їх проведення і забезпечення методики випробувань, форму і порядок звітності. Також вирішується маса інших технічних, організаційних проблем і задач, до яких можна віднести: збір інформації і обґрунтування методів її обліку в процесі проведення випробувань і обробки їх результатів; визначення форм звітної документації та інше.

# ВСТУП

Проведення випробувань безпосередньо зв'язано з реалізацією програми випробувань.

Модель випробовуваного об'єкту використовується для визначення і обґрунтування видів, об'ємів і послідовності випробувань, для вибору вимірюваних і контрольованих змінних і параметрів, для обґрунтування виду і характеристик тестових сигналів і т.д.

Враховуючи, що об'єкти теплотехнології і їх системи в процесі розробки проходять ряд різних по складності взаємозв'язаних випробувань, планування їх має бути комплексним, який охоплює повний цикл випробувань.

# ВИПРОБУВАННЯ

*Випробування* - експериментальне визначення кількісних і якісних характеристик властивостей об'єкту випробувань як результату дії на нього при його функціонуванні, при моделюванні об'єкту або дій.

Експериментальне визначення характеристик властивостей об'єкту при випробуваннях може проводитися за допомогою вимірів, аналізів, діагностування, шляхом реєстрації певних подій при випробуваннях (відмови, пошкодження, теча) і т.д.

Найважливішою ознакою будь-яких випробувань є прийняття на основі їх результатів певних рішень.

# ВИПРОБУВАННЯ

*Модель для випробувань* - виріб, процес, явище, математична модель, що знаходяться в певній відповідності з об'єктом випробувань або діями на нього і здатні замінити їх в процесі випробувань.

*Макет для випробувань* є спрощеним відтворенням об'єкту випробувань або його частини, призначене для випробувань.

*Умови випробувань* - сукупність впливаючих чинників або режимів функціонування об'єкту при випробуваннях.

До умов випробувань відносяться зовнішні впливаючі чинники: природні і штучно створювані, а також внутрішні дії, що викликаються тертям, проходженням електричного струму та ін. і режими функціонування об'єкту, способи і місце його установки, монтажу, кріплення, швидкість переміщення і т.п.



# ВИПРОБУВАННЯ

*Зовнішні впливаючі чинники* - це явища або процеси зовнішні по відношенню до апарату або його складових частин, які викликають або можуть викликати обмеження або втрату працездатності в процесі експлуатації.

*Нормальні умови випробувань* - умови випробувань, встановлені нормативно-технічною документацією.

Випробування об'єктів проводяться відповідно до розроблених і затверджених програм і методик.

# ВИПРОБУВАННЯ

*Програма випробувань* - організаційно-методичний документ, обов'язковий до виконання, що встановлює об'єкт і цілі випробувань, види, послідовність і об'єм експериментів, що проводяться, порядок, умови, місце і терміни проведення випробувань, забезпечення і звітність по ним, а також відповідальність за забезпечення і проведення випробувань.

Програма випробувань повинна містити методики випробувань або посилань на них, якщо методики оформлені як самостійні документи.

*Методика випробувань* - організаційно-методичний документ, обов'язковий до виконання, що включає метод випробувань, засоби і умови випробувань

# ВИПРОБУВАННЯ

*Атестація методики випробувань* - визначення значень показників точності, достовірності або відтворюваності результатів випробувань і їх відповідності заданим вимогам, що забезпечують методикою.

*Метод випробувань* - правила вживання певних принципів і засобів випробувань.

*Об'єм випробувань* - характеристика випробувань, визначувана кількістю об'єктів і видом випробувань, а також сумарною тривалістю випробувань.

Випробування об'єкту, як і контроль, носять системний характер.

# ВИПРОБУВАННЯ

*Система випробувань* - сукупність засобів випробувань, виконавців і певних об'єктів випробувань, що взаємодіють по правилах, встановлених відповідною нормативною документацією.

*Засіб випробувань* - технічний пристрій, речовина або матеріал для проведення випробувань.

*Атестація випробувального устаткування* - визначення нормованих точнісних характеристик випробувального устаткування, їх відповідності вимогам нормативних документів і встановлення придатності цього устаткування до експлуатації.

# ВИДИ ВИПРОБУВАНЬ

Відповідно до ДСТУ всі види випробувань систематизуються за дев'ятьма основними ознаками:

## 1 Призначення випробувань

*Дослідницькі випробування* - випробування, які проводяться з метою вивчення певних характеристик і властивостей об'єкта;

*Контрольні випробування* - випробування, які проводяться для контролю якості об'єкту;

*Порівняльні випробування* - випробування аналогічних по характеристикам об'єктів, проводиться з метою порівняння характеристик і їх властивостей;

*Визначальні випробування* - випробування, які проводяться з метою визначення значень характеристик об'єкта з заданими показниками точності або достовірності.

# ВИДИ ВИПРОБУВАНЬ

## 2 Рівень проведення випробувань

*Державні випробування* - випробування встановлених найважливіших видів продукції, що проводиться головною організацією по державних випробуваннях.

*Міжвідомчі випробування* - випробування продукції, що проводиться комісією з представників декількох міністерств або відомств.

*Відомчі випробування* - випробування, що проводяться комісією з представників зацікавленого міністерства або відомства.

## 3 Етапи розробки продукції

*Доводочні випробування* - випробування, які проводяться при розробці продукції з метою оцінки впливу змін, що вносяться до неї для досягнення заданих значень показників її якості.

*Попередні випробування* - контрольні випробування достіdnих зразків або дослідних партій продукції з метою визначення можливості їх пред'явлення на приймальні випробування.

*Приймальні випробування* - контрольні випробування зразків, або партій продукції з метою рішення питання щодо доцільності виробництва даної продукції на виробництві.

# ВИДИ ВИПРОБУВАНЬ

## 4 Випробування готової продукції

**Кваліфікаційні випробування** - це контрольні випробування пробної серії або 1-ї партії з метою визначення готовності підприємства до випуску заданих обсягів продукції

**Представницькі випробування** - це контрольні випробування, які проводяться службою технічного контролю підприємства перед продажем продукції

**Періодичні випробування** - це контрольні випробування продукції, яка вже випускається. Проводяться відповідно до НТД (нормативно-технічної документації) з метою контролю стабільності якості

**Інспекційні випробування** - контрольні випробування для певних видів продукції, які проводяться вибірково з метою визначення якості спеціальними органами

**Типові випробування** - це контрольні випробування продукції яка випускається з метою оцінки ефективності та доцільності змін, які пропонуються

**Атестаційні іспити** - випробування, які проводяться для оцінки рівня якості продукції при атестації за категоріями якості

**Сертифікаційні випробування** - контрольні випробування продукції, але відповідність властивостей і характеристик з метою встановлення відповідності національної або міжнародної НТД

# ВИДИ ВИПРОБУВАНЬ

## 5 Умови і місце проведення випробувань

*Лабораторні випробування* - випробування об'єкту, що проводяться в лабораторних умовах

*Стендові випробування* - випробування об'єкту, що проводяться на випробувальному устаткуванні

*Полігонні випробування* - випробування об'єкту, що проводяться випробувальному полігоні

*Натуральні випробування* - випробування об'єкту в умовах, відповідних умовам його використання по прямому призначенню з безпосереднім оцінюванням або контролем визначуваних характеристик властивостей об'єкту

*Випробування з використанням моделей* - випробування з використанням моделей

*Експлуатаційні випробування* - випробування об'єкту, що проводяться при експлуатації



# ВИДИ ВИПРОБУВАНЬ

## 6 Тривалість випробувань

**Нормальні випробування** - випробування, методи і умови проведення яких забезпечують здобуття необхідного об'єкту в такий же інтервал часу, як і в передбачених умовах експлуатації

**Прискорені випробування** - випробування, методи і умови проведення яких забезпечують здобуття необхідної інформації про характеристики властивостей об'єкту в коротший термін, ніж при нормальних випробуваннях

**Скорочені випробування** - випробування, що проводяться за скороченою програмою

# ВИДИ ВИПРОБУВАНЬ

## 7 Вид дії

*Механічні випробування* - випробування на дію механічних чинників

*Кліматичні випробування* - випробування на дію кліматичних чинників

*Термічні випробування* - випробування на дію термічних чинників

*Радіаційні випробування* - випробування на дію радіаційних чинників

*Електричні випробування* - випробування на дію електричної напруги, струму або поля

*Електромагнітні випробування* - випробування на дію електромагнітних полів

*Магнітні випробування* - випробування на дію магнітного поля

*Хімічні випробування* - випробування на дію спеціальних середовищ

*Біологічні випробування* - випробування на дію біологічних чинників

# ВИДИ ВИПРОБУВАНЬ

## 8 Результат дії

*Неруйнівні випробування* - випробування із застосуванням неруйнованих методів контролю

*Руйнівні випробування* - випробування із застосуванням руйнованих методів контролю

*Випробування на міцність* - випробування, що проводяться для визначення значень впливаючих чинників, що викликають вихід значень характеристик властивостей об'єкту за встановлені межі або його руйнування

*Випробування на стійкість* - випробування виробу, що проводяться для контролю здатності, виконувати свої функції і зберігати значення параметрів в межах встановлених норм під час дії на нього певних чинників

# ВИДИ ВИПРОБУВАНЬ

## 9 Визначувані характеристики об'єкту

*Функціональні випробування* - випробування, що проводяться з метою визначення значень показників призначення об'єкту

*Випробування на надійність* - випробування, що проводяться для визначення показників надійності в заданих умовах

*Випробування на безпеку*

*Випробування на транспортабельність*

*Граничні випробування* - випробування, що проводяться для визначення залежностей між гранично допустимими значеннями параметрів об'єкту і режимів експлуатації

*Технологічні випробування* - випробування, що проводяться при виготовленні продукції з метою оцінки її технологічності

# Зовнішні впливаючі чинники

Зовнішній впливаючий чинник (ЗВЧ) - явище, процес або середовище зовнішні по відношенню до об'єкту або його складових частин, які викликають або можуть викликати обмеження або втрату працездатного стану об'єкту в процесі експлуатації.

*Нормальне значення ЗВЧ* - значення ЗВЧ, статично оброблене і усереднене на основі багатократних спостережень для певної області експлуатації об'єкту.

*Номінальне значення ЗВЧ* - що нормоване змінюється або незмінне верхнє і нижнє значення ЗВЧ, в межах яких забезпечується заданий працездатний стан об'єктів конкретних видів.

*Ефективне значення ЗВЧ* - умовне постійне значення, що приймається при розрахунках номінальних параметрів об'єкту, що впливають на термін служби, суттєво залежних від даного ЗВЧ і нормованих для роботи протягом терміну служби.

## Зовнішні впливаючі чинники

*Граничні робочі значення ЗВЧ* - значення ЗВЧ, в межах яких вироби можуть рідко виявлятися в експлуатації і повинні при цьому:

- зберігати працездатний стан, але можуть не зберігати необхідної точності і номінальних параметрів (при цьому в стандарті або технічних умовах вказують допустимі відхилення точності і номінальних параметрів, якщо ці відхилення мають місце);
- відновлювати необхідну точність і номінальні параметри після припинення дії цих граничних робочих значень.

*Стійкість об'єкту до ЗВЧ* - властивість об'єкту зберігати працездатний стан під час дії на нього певного ЗВЧ протягом всього терміну служби в межах заданих значень.

*Міцність об'єкту ЗВЧ* - властивість об'єкту зберігати працездатний стан після дії на нього певного ЗВЧ в межах заданих значень.

# Зовнішні впливаючі чинники

Залежно від характеру дії на об'єкти всі ЗВЧ діляться на сім класів:

1. механічні;
2. кліматичні та інші природні;
3. біологічні;
4. радіаційні;
5. електромагнітних полів;
6. спеціальних середовищ;
7. термічні.

Кожен клас ЗВЧ ділиться на групи, а кожна група на види з відповідними кожному виду характеристиками.

Кожен вид ЗВЧ має визначені ДСТУ характеристики х вказівною міжнародного і національного позначення одиниці фізичної величини.

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас механічних зовнішніх впливаючих чинників

Перша група - коливання, характеризується тією або іншою мірою повторюваності в часі

Підрозділяється на чотири види:

1. синусоїдальна вібрація
2. випадкова вібрація
3. акустичний шум
4. хитавиця

Розрізняють механічні коливання і коливання скалярної величини.

**Механічні коливання** - коливання значень кінематичної або динамічної величини, що характеризує механічну систему.

**Колівання скалярної величини** - процес почергового зростання і убуття зазвичай в часі значень якої-небудь величини

**Вібрація** - рух точки або механічної системи, при якому відбуваються коливання тих, що характеризують його скалярних величин.

**Шум** - нерегулярне або статично випадкове вагання.

**Хитавиця** - вагання об'єкту, при якому його вертикальна вісь відхиляється від вертикалі до земної поверхні. Розрізняють хитавицю бортову (кут нахилу) і вертикальну (періодичне переміщення по вертикалі до земною поверхні).



# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас механічних зовнішніх впливаючих чинників

### Друга група - удар

Механічний удар, удар при вільному падінні, сейсмічний удар;

1. Аеродинамічний удар
2. Гідравлічний удар

**Удар** - сукупність явищ, що виникають при зіткненні двох тіл, а також при деяких видах взаємодії твердого тіла з рідиною або газом

**Механічний удар** - дія, що є результатом короткочасної механічної дії твердих тіл при їх зіткненні між собою і супутні цьому прочешу явищі. Механічний удар може бути однократною і багатократною дією.

**Аеродинамічний удар** - механічна дія ударної хвилі у момент досягнення надзвукової швидкості.

**Ударна хвиля** - перехідна область, що поширюється з надзвуковою швидкістю в газі, рідині або в твердому тілі.

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас механічних зовнішніх впливаючих чинників

### Четверта група - механічний тиск.

Механічний тиск може бути наступних видів: гідравлічний, пневматичний, тиск світла, тиск газового середовища. Розрізняють два види механічного тиску:

1. статичний тиск (гідравлічний, пневматичний, тиск світла, тиск газового середовища, механічна напруга)
2. динамічний тиск

***Механічний тиск*** - тиск, що характеризується інтенсивністю нормальних сил, з якою одне тіло або середовище діють на поверхню іншого тіла або середовища.

***Статистичний тиск*** (гідравлічний, пневматичний, тиск світла, тиск газового середовища, механічна напруга) - механічний тиск, інтенсивність, точка додатка і напрям якого змінюються в часі настільки повільно, що сили інерції не враховуються.

***Динамічний тиск*** - механічний тиск, інтенсивність, точка додатка і напрям якого змінюються в часі настільки швидко, що сили інерції враховуються, тобто це тиск, що характеризує швидкою зміною в часі його величини або точки додатка.

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас механічних зовнішніх впливаючих чинників

### П'ята група - сила (момент)

Підрозділяється на шість видів ЗВЧ:

1. розтягуючи сила;
2. вигинаючи сила;
3. стискуюча сила;
4. крутячий сила;
5. механічний зріз;
6. імпульс сили.

**Сила (момент)** - векторна величина, служить мірою взаємодії тіл.

**Момент сили** - мехнічна величина, що характеризує зовнішню дію на тіло і визначає зміну обертального руху тіла.

**Розтямуюча (стискуюча) сила** характеризується напрямом вектора при взаємодії тил

**Вигинаючи сила** - дія зовнішніх сил, лежачих в різних площинах, повикликають вигин.

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас механічних зовнішніх впливаючих чинників

### П'ята група - сила (момент)

*Крутячий момент* - дія сил, що викликають деформацію кручення, виражається твором сили на довжину.

*Механічний зріз* - руйнування при зрушенні однієї частини матеріалу відносно іншої результати дії сили.

*Імпульс сили* - векторна величина, що характеризує дію, що надається на тіло якою-небудь силою за деякий проміжок часу.

### Шоста група - потік рідини.

Має лише один вид: перебіг потоку рідини.

# Зовнішні впливаючі чинники

- Клас кліматичних та інших природних ЗВЧ

## Перша група - атмосферний тиск і тиск інших газів

Підрозділяється на види ЗВЧ:

- тиск(підвищене, знижене);
- зміна тиску.

Атмосферний тиск і тиск інших газів - абсолютний тиск навколоземної атмосфери. атмосферний тиск і тиск інших газів при величині 101,325 кПа відповідає нормальним.

## Друга група - температура середовища

Має види:

- підвищена (знижена) температура
- зміна температура

*Тепловий удар* - дія різкої зміни температури довкілля

# Зовнішні впливаючі чинники

- Клас кліматичних та інших природних ЗВЧ

## Третя група - вологість повітря або інших газів

1. підвищена (знижена) вологість
2. зміна вологості

**Вологість повітря** - це вміст в повітрі водяної пари.

Вологість характеризується величинами:

- *абсолютна вологість повітря* - відношення маси водяної пари до об'єму повітря ( $\text{г/м}^3$ );
- *відносна вологість повітря при даній температурі* - відношення фактичної маси водяної пари, що міститься в повітрі, до максимально можливої (що насичує) маси його в даному об'ємі повітря при даній температурі (%).

## Четверта група - атмосферні осідання

- атмосферні випадні осідання (дощ, сніг, град, снігова крупа, мряка)
  - атмосферні осідання, що конденсуються (роса, іній, заморозь, ожеледь).
- Атмосферні випадні осідання** - вода в рідкому і твердому стані, випадна з хмар.
- Атмосферні осідання, що конденсують** - вода в рідкому і твердому стані, твірна на земній поверхні і на предметах, що знаходяться поблизу від неї, в результаті конденсації водяної пари, що знаходиться в повітрі.

# Зовнішні впливаючі чинники

- Клас кліматичних та інших природних ЗВЧ

## П'ята група - туман

Підрозділяється на міський і морський

*Морський туман* - це конденсаційні аерозолі з рідкою дисперсною фазою морської води, що характеризується постійністю сольового складу, в якому масова доля іонів  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  складає 99,99%.

## Шоста група - пил, пісок

Шоста група - пил (пісок), аерозоль з твердою дисперсною фазою у виді пилу або піску має два види - статичний стан і динамічне.

Динамічний пил (пісок) надає абразивну дію на вироби і матеріали.

# Зовнішні впливаючі чинники

- Клас кліматичних та інших природних ЗВЧ

## Сьома група - сонячне випромінювання

- інтегральне
- ультрафіолетове

Основні характеристики:

1. довжина хвилі (спектру) випромінювання (мкм);
2. щільність потоку випромінювання (Вт/м<sup>2</sup>);
3. кут нахилу сонячних променів до опромінюваної поверхні.

*Інтегральне сонячне випромінювання* - випромінювання, відповідне всьому спектру частот (довжин хвиль) в межах від нуля до безкінечності.

## Восьма група - потік повітря

Вітер - потік повітря, рухомий зі швидкістю вище 6 м/с  
основні характеристики:

- середнє значення швидкості вітру (м/с)
- максимальне значення швидкості вітру (м/с)
- швидкості вітру в земній поверхні (м/с [бали])
- швидкісний натиск вітру (Па) та ін.



# Зовнішні впливаючі чинники

- Клас кліматичних та інших природних ЗВЧ

## Дев'ята група - середовище з корозійно-активними агентами

- атмосфера з корозійно-активними агентами
- водне середовище з корозійно-активними агентами
- ґрунтове середовище з корозійно-активними агентами

**Корозійно-активний агент довкілля** - речовина, що знаходиться в атмосфері і наводить до прискорення процесів руйнування виробу за рахунок корозії. До таких речовин відносяться сірчистий газ, хлориди, нітрати, сульфати, і т.д.

**Корозійно-активний агент ґрунтового середовища** - речовина, що знаходиться в ґрунті і наводить до прискорення процесів руйнування об'єкту за рахунок корозії. До таких речовин відносяться, наприклад, хлориди, нітрид, сульфати, карбонати, гумус, продукти метаболізму і ін.

**Ґрунт** - породи землі, що є об'єктом інженерно-будівельної діяльності людини.

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас кліматичних та інших природних ЗВЧ

### Десята група - льодово-снігове середовище

*Лід*, який характеризується товщиною льоду (м), згуртованістю льоду (бал), здатністю льоду (Па), що несе, і тривалістю дії льоду (ч, доба);

*Сніговий покрив* - основні характеристики: товщина снігового покриву (см, м), середня щільність снігового покриву (кг/м<sup>3</sup>), тривалість дії снігового покриву (ч, доба).

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас біологічних зовнішніх впливаючих чинників

*Біологічний ЗВЧ* - це організми або їх співтовариства, що надають зовнішні дії і зухвалі порушення справний і працездатний стани виробу.

Перша група - рослини (бактерії, гриби плісєневі, дріжджі, гриби дереворуйнівні, водорості, лишайники, вищі рослини)

*Бактерії* - мікроорганізми, що володіють клітинною оболонкою, але що не мають клітинного ядра, розмножуються простим діленням і сприяють руйнуванню об'єкту.

*Гриби плісєневі* - мікроорганізми, що розвиваються на металах, оптичних стеклах і інших матеріалах у виді оксамитового нальоту, виділяють органічні кислоти, сприяють руйнуванню об'єкту.

# Зовнішні впливаючі чинники

Клас біологічних зовнішніх впливаючих чинників

Друга група - безхребетні тварини (губки, черв'яки, моховатки, молюски, членистоногі, голкошкірі)

Третя група - хребетні тварини (плазуни, птиці, ссавці)

*Обростателі* - це організми, які селяться на кам'яних і технічних спорудах, усередині поверхні водяних систем, водозабірних труб, на підводних кабелях і тому подібне, що зменшують струм води у водопроводах, що знижують ефективність пристроїв, що охолоджують, і сприяючі корозії металевих і бетонних споруд..

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас радіаційних зовнішніх впливаючих чинників

Поділяється на чотири види:

- альфа- і бета-випромінювання;
- гамма-випромінювання і рентгенівське випромінювання;
- нейтронне, електронне і протонне випромінювання;
- випромінювання багатозарядних часток.

**Перший вид** іонізуючого випромінювання - це альфа- і бета-випромінювання.

**Другий вид** іонізуючих випромінювань - квантове (електромагнітне) випромінювання. До цього виду відносяться гамма-промені і рентгенівські промені.

**Третій вид** іонізуючих випромінювань - нейтронні, електронні і протонні.

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас ЗВЧ електромагнітних полів

### Перша група - електромагнітне поле

Підрозділяється на чотири види:

- електричне поле, магнітне поле;
- низькочастотне поле;
- високочастотне, надвисокочастотне і лазерне випромінювання;
- електромагнітний імпульс.

*Електромагнітне поле* - одне з фізичних полів, за допомогою якого здійснюється взаємодія електрично заряджених часток або часток, що володіють магнітним моментом.

*Лазерне випромінювання* - електромагнітне хроматичне випромінювання видимого інфрачервоного і ультрафіолетового діапазону, засноване на вимушеній емісії випромінювання атомів і молекул.

*Вимушене випромінювання* - когерентне електромагнітне випромінювання, що виникає при вимушених переходах (співпадаюче по напрямку, частоті, фазі і поляризації з вимушеним випромінюванням).

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас ЗВЧ електромагнітних полів

### Друга група - електричний струм

Група містить види:

- *постійний струм*, не змінний в часі ні по силі, ні по напрямку;
- *змінний струм*, що періодично змінюється по силі і напрямку;
- *електричний імпульс струму* - короткочасна зміна електричної напруги або сили струму.

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас ЗВЧ спеціальних середовищ

*Спеціальне середовище* - неорганічні і органічні з'єднання, масла, мастила, розчинники, палива, робочі розчини, робочі тіла, зовнішні по відношенню до об'єкту, які викликають або можуть викликати обмеження або втрату працездатного стану об'єкту в процесі експлуатації.

### Перша група - кислотно-лужне і нейтральне середовища.

*Неорганічні хімічні з'єднання* - будь-які хімічні елементи і їх з'єднання, без з'єднань вуглецю (окрім деяких найбільш простих), до їх числа відносяться кислоти, солі, оксиди, сульфіді, нітрид, карбіді, галогеніди та інші.

*Органічні хімічні з'єднання* - це з'єднання вуглецю, що має здатність з'єднуватися з більшістю елементів і утворювати молекули самого різного складу і будови, зокрема, це різні кислоти, спирти, синтетичні фарбники і т.д.



# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас ЗВЧ спеціальних середовищ

### Друга група - масла і мастила

Містить один вид: масла і мастила на основі нафтопродуктів і синтетичні, отримувані синтезом з органічних сполук.

### Третя група - палива

- палива на основі нафтопродуктів (бензин, лігроїн, гас і ін.) і спирти;  
- компоненти ракетного палива (рідкий водень, тетроксид азоту, рідкий кисень і т.д.).

### Четверта група - спеціальні середовища

Має п'ять видів:

Перший вид - це випробувальні середовища, робочі середовища і середовища заповнення.

До другого виду відносяться робочі розчини - спеціальні середовища, що є розчином органічних або неорганічних речовин, вживаних для дезінфекції, дезактивації, стерилізації і дегазації.

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас ЗВЧ спеціальних середовищ

### Четверта група - спеціальні середовищ

Третій вид - робочі тіла - це спеціальні середовища для передачі енергії або перетворення одного виду енергії в іншу.

Четвертий вид - отруйливі речовини, тобто отруйні (токсичні) з'єднання, що викликали масове ураження живої сили і руйнування об'єкту, що наводять до прискорення процесів, за рахунок корозії.

П'ятий вид - радіоактивні аерозолі.

Аерозоль - колоїдна система, що складається з газового середовища, в якому зважені тверді або рідкі частки. Радіоактивний аерозоль - аерозоль, до складу дисперсної фази якого входять радіонукліди.

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас термічних зовнішніх впливаючих чинників

### Перша група - тепловий удар

*Тепловий удар* - це дія різкої зміни температури довкілля на об'єкт, яке може привести до високої температурної напруги, що викликає деформацію і руйнування.

Тепловий удар має один вид ЗВЧ - світлове випромінювання вибуху. В результаті вибуху речовина, що заповнює об'єм, перетворюється на сильно нагрітий газ з дуже високим тиском, при цьому в довкіллі утворюється і поширюється хвиля, що несе і тепловий удар.

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас термічних зовнішніх впливаючих чинників

### Друга група - нагріваючи

Складається з чотирьох видів:

Перший вид - аеродинамічний нагрів - нагріваючи поверхні об'єкту при русі в атмосфері.

**Аеродинамічний нагрів** - нагрівання обтічної газом поверхні тіла, рухомого в газовому середовищі з великою швидкістю за наявності конвективного, а при ультразвукових швидкостях і радіаційного теплообміну з газовим середовищем в пограничному або ударному шарі.

**Радіаційне розігрівання** - підвищення температури конструктивних елементів об'єкту, що опромінюються іонізуючим випромінюванням, в результаті перетворення поглиненою матеріалами цього об'єкту енергії випромінювання в теплову енергію.

**Електричне розігрівання** - підвищення температури конструктивних елементів об'єкту під впливом електричного поля, в результаті перетворення електричної енергії на теплову енергію.

# Зовнішні впливаючі чинники

## Клас термічних зовнішніх впливаючих чинників

### Друга група - нагріваючи

*Ультразвукове розігрівання* - підвищення температури конструктивних елементів об'єкту під впливом ультразвуку, в результаті перетворення енергії ультразвукових коливань на теплову енергію.

Другий вид - нагріваючи тертям, тобто нагріваючи із-за зовнішньої механічної взаємодії між твердими тілами, яка виникає в місцях їх зіткнення. Кінематичне тертя, а інакше тертя між рухомими деталями апарата, викликає нагрів частин механізму, що труться.

Третій вид - тепловий потік - це потік енергії (тепловий), що переноситься в процесі теплообміну (променистого або конвективного).

Четвертий вид - полум'я - видимий результат горіння. Горіння - складне швидкопротікаюче хімічне перетворення, що супроводиться виділенням теплоти і світла.



Дякую за увагу!

Лекцію підготував

доктор технічних наук, доцент, академік Європейської науково-освітньої академії, провідний науковий співробітник Чейлитко Андрій Олександрович