

РОЗДІЛ І

ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ ГОРІННЯ

Тема 1 Загальні відомості про природу процесу горіння

Лекція 2

ПОЛУМ'Я. ПРОЦЕСИ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ У ПОЛУМ'І

План лекції

- 1. Будова полум'я
 - 1.1. Зони полум'я
 - 1.2. Температурний режим полум'я
 - 1.3. Колір дифузійного полум'я
- 2. Основні теорії, що пояснюють процеси в полум'ї
 - 2.1. Перекісна теорія окислення
 - 2.2. Ланцюгова теорія окислення

1. БУДОВА ПОЛУМ'Я

Полум'я – це газовий об'єм, в якому відбуваються всі процеси, що пов'язані з підготовкою горючої суміші до горіння і сам процес горіння.

Види полум'я:

- кінетичне та дифузійне;
- ламінарне та турбулентне.

Висота ламінарного полум'я:

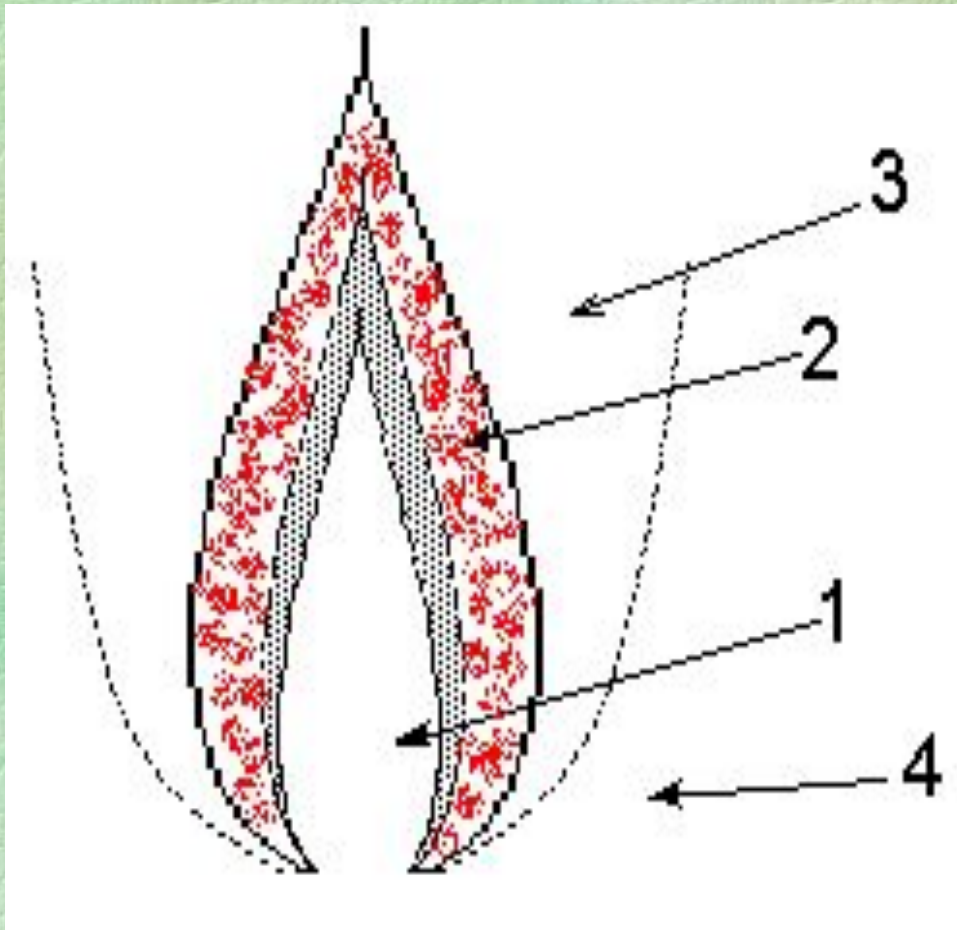
$$H_{\text{пол}} \approx k \frac{wd^2}{D}$$

де w - швидкість витікання газу;

d - діаметр пальника;

D - коефіцієнт дифузії.

1.1. Зони полум'я



- 1) підготовча зона (**ПЗ**)
 - зона горючих парів та газів
 - зона суміші горючої речовини з продуктами горіння
- 2) зона горіння (**ЗГ**)
- 3) зона суміші продуктів горіння з повітрям (**ЗПГ**)
- 4) зона холодного повітря

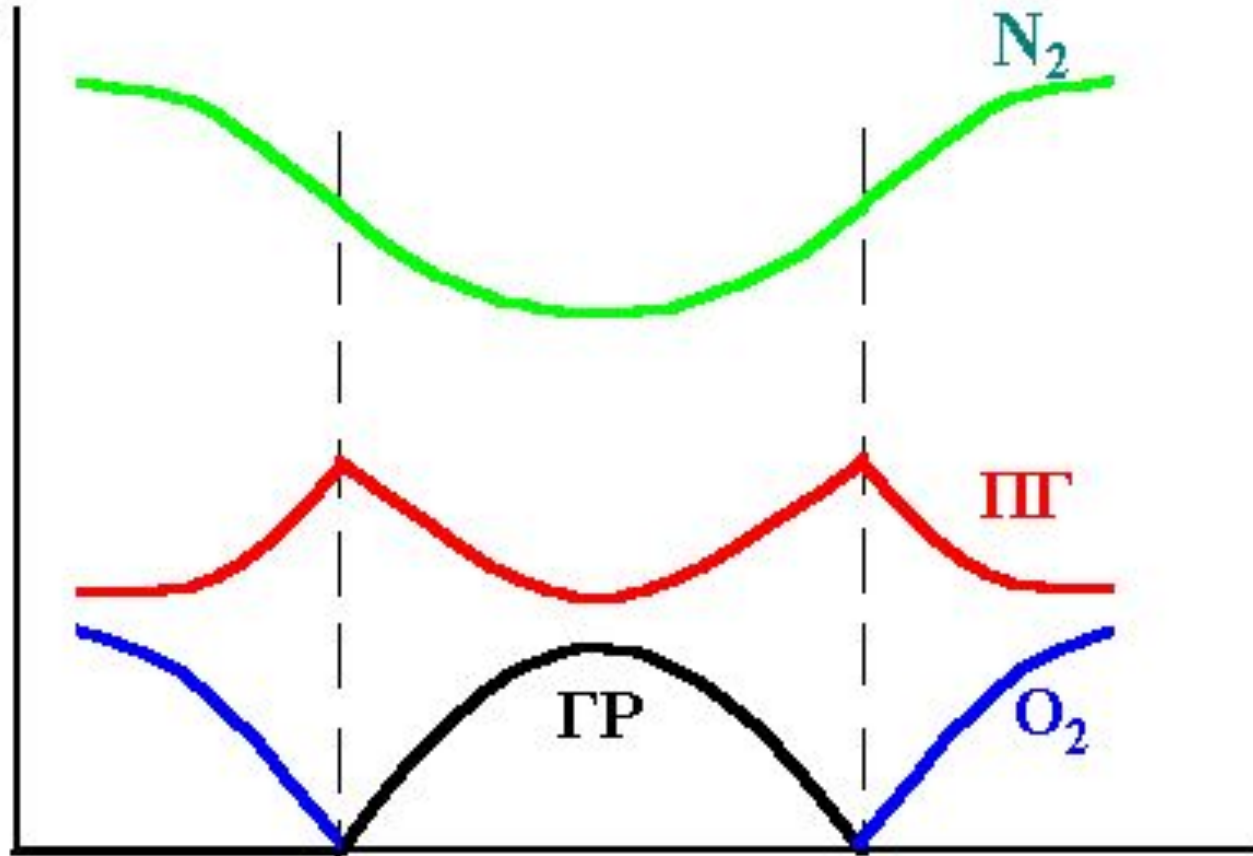
	Дифузійне полум'я		Кінетичне полум'я	
процеси	фізичні процеси	хімічні процеси	фізичні процеси	хімічні процеси
Підготовча зона (ПЗ)	<ul style="list-style-type: none"> • Нагрів ГР за рахунок випромінювання від ЗГ та теплопровідності • Конвекційний переніс ГР • Змішування ГР з ПГ 	Розклад ГР на складові елементи (атомні функційні групи)	<ul style="list-style-type: none"> • Нагрів ГС за рахунок випромінювання від ЗГ та теплопровідності • Конвекційний переніс ГС • Змішування ГС з ПГ 	<ul style="list-style-type: none"> • Розклад компонентів ГС складові елементи • Попереднє окислення ГР у вигляді присутній в ГС

	Дифузійне полум'я		Кінетичне полум'я	
процеси	фізичні процеси	хімічні процеси	фізичні процеси	хімічні процеси
Зона горіння (ЗГ)	<ul style="list-style-type: none"> • Утворення ГС за рахунок дифузії ГР ПЗ Ок із навколишнього середовища • Виділення тепла та передача його в ПЗ ЗПГ • Дифузія ПГ в ПЗ та ЗПГ 	<ul style="list-style-type: none"> • Протікання реакції горіння • Утворення ПГ 	<ul style="list-style-type: none"> • Виділення тепла та передача його в ПЗ ЗПГ • Дифузія ПГ в ПЗ та ЗПГ 	<ul style="list-style-type: none"> • Протікання реакції горіння • Утворення ПГ

	Дифузійне полум'я		Кінетичне полум'я	
процеси	фізичні процеси	хімічні процеси	фізичні процеси	хімічні процеси
Зона продуктів горіння ЗПГ)	<ul style="list-style-type: none"> • Дифузія ПГ навколишнє середовище • Дифузія ОК в ЗГ • Нагрів ОК за рахунок випромінювання від ЗГ теплопровідності • Охолодження ПГ 	<ul style="list-style-type: none"> • Доокислення продуктів неповного згоряння 	<ul style="list-style-type: none"> • Дифузія ПГ навколишнє середовище • Охолодження ПГ 	—

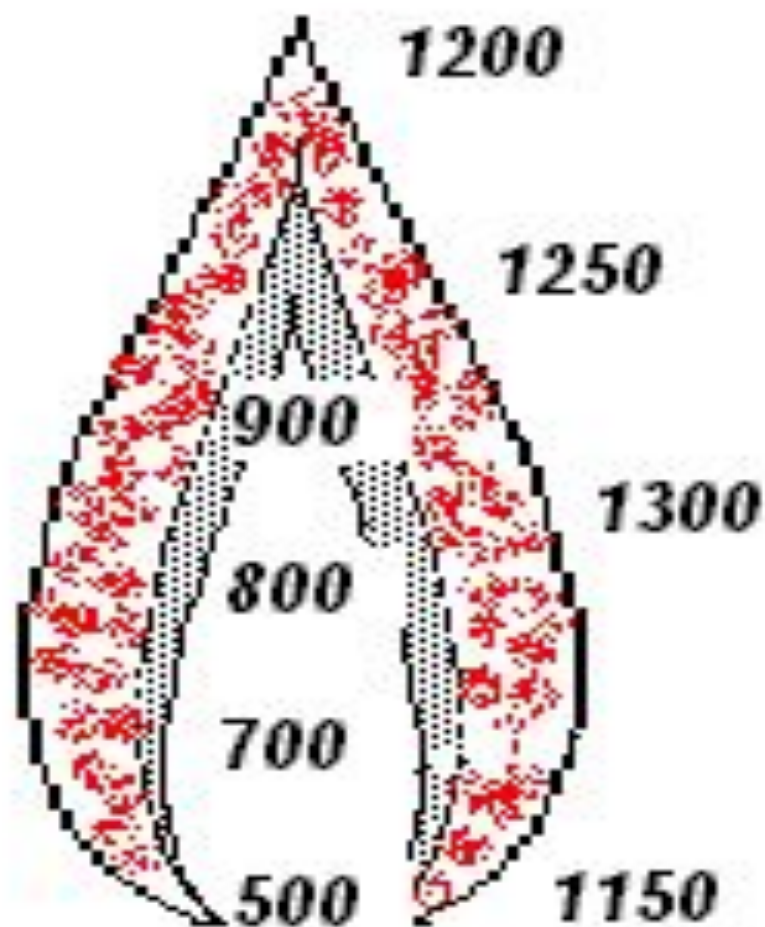
Розподіл концентрацій газів в

концентрація
газів



межі зони горіння

1.2. Температурний режим полум'я



Температура в ПЗ значно нижча, ніж в ЗГ.

Температура ЗГ найбільша, але неоднакова в різних по висоті точках полум'я. Пояснюється це зміною складу суміші в зоні горіння та витратами тепла на нагрів компонентів, які поступають в цю зону.

Температура в ЗПГ падає за рахунок розбавлення гарячих продуктів горіння холодним повітрям, яке дифундує із навколишнього середовища.

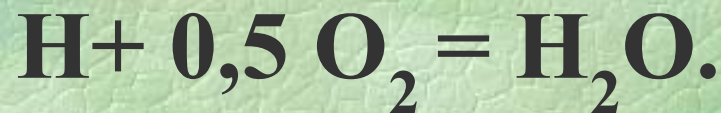
Температура дифузійного полум'я завжди менша, ніж кінетичного. Це пояснюється тим, що тепловтрати із ЗГ за рахунок випромінювання у кінетичного полум'я значно менші, ніж у дифузійного.

1.3. Колір дифузійного полум'я

Термічне розкладання речовин в підготовчій зоні:



Окислення в зоні горіння:



Залежність кольору дифузійного полум'я від вмісту деяких компонентів

Характер світіння полум'я	Вміст компонентів в горючій речовині, %	
	оксиген	карбон
безкольорове	більше 50	до 50
яскраве, не коптить	від 25 до 50	від 50 до 75
яскраве, коптить	менше 25	більше 75

Хімічний елемент	Колір полум'я
Al, Mg	білий
K	фіолетовий
Rb, Cs	рожево-фіолетовий
In	синьо-фіолетовий
Pb, As, Sb, Se	блідофіолетовий
Cu (CuCl₂)	зелений (блакитний)
B	зелений
Tl, Te	смарагдово-зелений
Ba, Mo	жовтувато-зелений
Na	жовте
Ca	темно-червоний
Sr, Li	малиновий

2. ОСНОВНІ ТЕОРІЇ, ЩО ПОЯСНЮЮТЬ ПРОЦЕСИ В ПОЛУМ'І

2.1. Ланцюгова теорія окислення

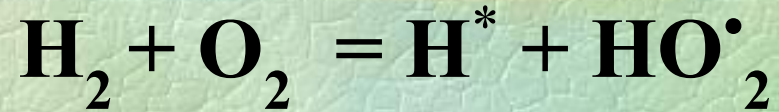


Активні центри полум'я (АЦП) – це частки (атоми, радикали чи функціональні групи), які мають енергію, більшу, ніж $E_{\text{акт}}$, що обумовлює їх високу реакційну спроможність.

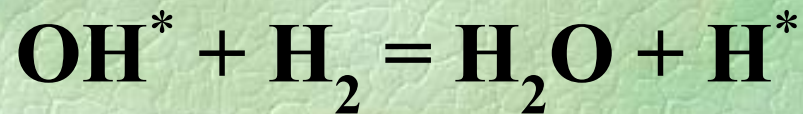
Ланцюговими називають процеси, у яких перетворення вихідних речовин у продукти реакції здійснюється шляхом регулярного чергування декількох реакцій за участю АЦП.

ТИПИ ЛАНЦЮГОВИХ РЕАКЦІЙ

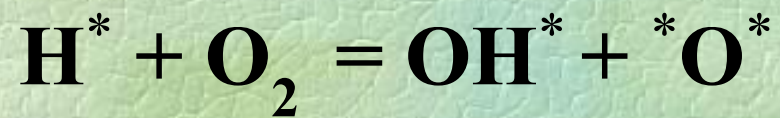
- **Зародження** (ініціювання) ланцюгів - стадія ланцюгової реакції, в якій утворюються вільні радикали з валентнонасичених молекул:



- **Продовження** ланцюга - стадія ланцюгової реакції, що йде із збереженням вільної валентності (один АЦП вступає в реакцію, внаслідок якої один АЦП утворюється):



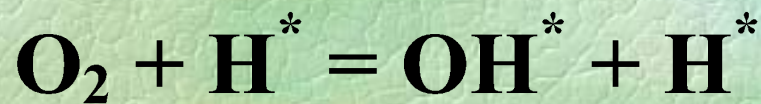
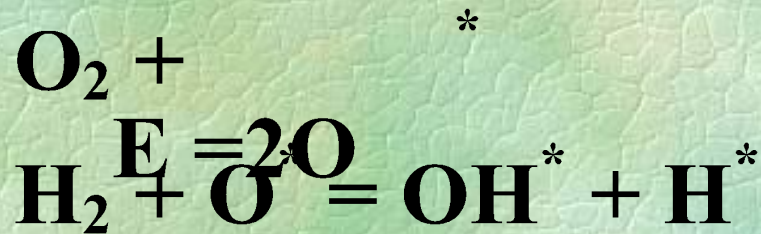
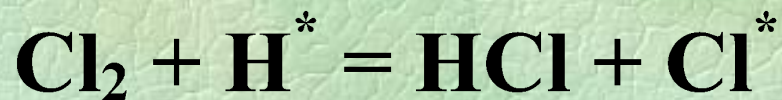
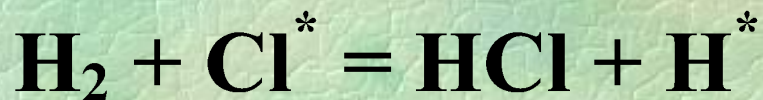
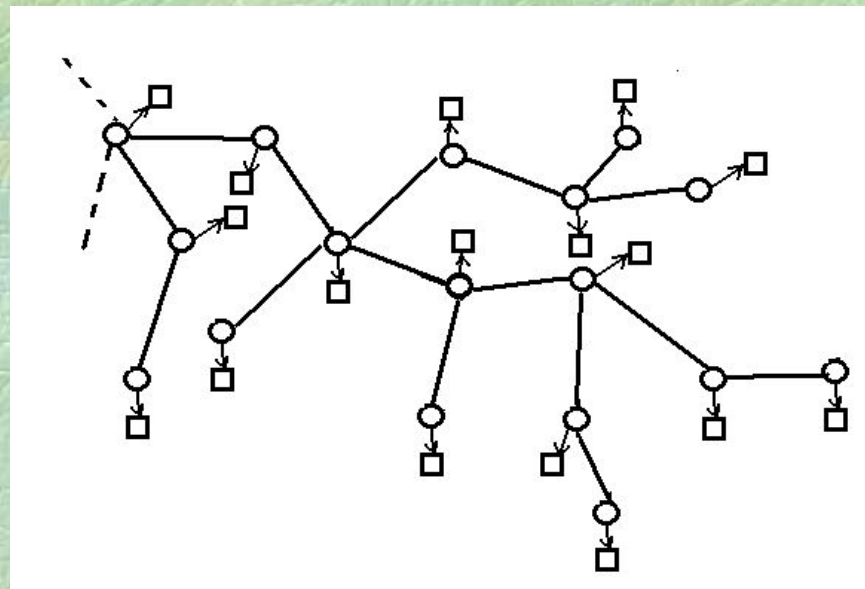
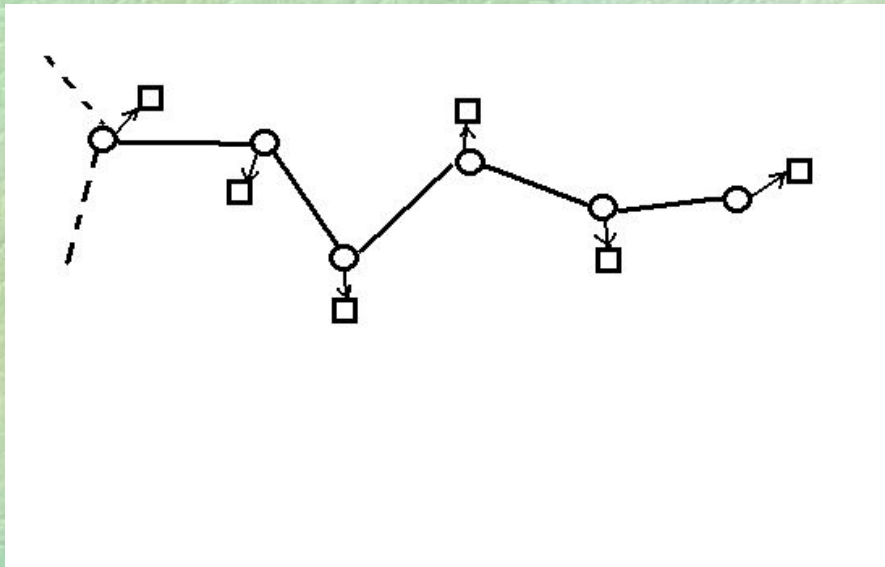
- **Розгалуження** ланцюгів - стадія ланцюгового процесу, у якій перетворення активних проміжних продуктів реакції призводить до збільшення числа вільних радикалів (один АЦП вступає в реакцію, внаслідок якої утворюється два чи більше АЦП):



- **Обрив** ланцюга - стадія ланцюгового процесу, що призводить до зникнення вільної валентності.



Схема нерозгалуженої та розгалуженої ланцюгової реакції



Швидкість ланцюгової реакції:

$$\omega_{\text{лр}} = \omega_o + \omega_f - \omega_g$$

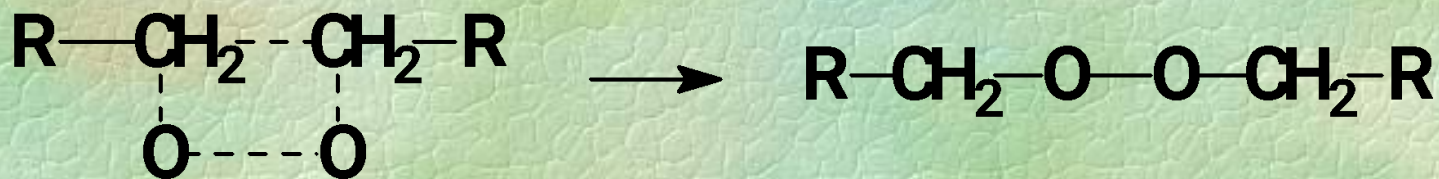
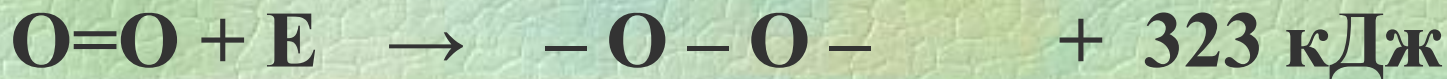
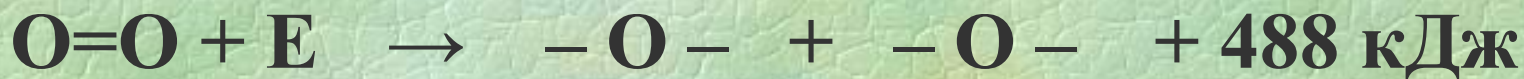
ω_o - швидкість початкового ініціювання (утворення) АЦП,

ω_f - швидкість розгалуження ланцюга;

ω_g - швидкість обриву ланцюга.

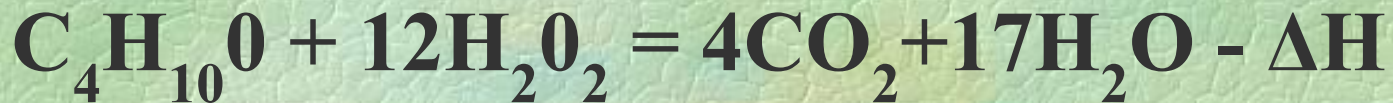
Умовою виникнення горіння є значне перебільшення швидкості реакції розгалуження над швидкістю обриву ланцюга $\omega_f \gg \omega_g$. При цьому загальна швидкість процесу $\omega_{\text{лр}}$ різко збільшується, реакція окислення переходить у процес горіння.

2.2. Перекисна теорія окислення



Пожежна небезпека органічних перекисей

1. Сильні окисники



2. Легко займаються від малопотужних джерел запалювання та згоряють із великою швидкістю.

3. Чутливі до тертя, удару або нагрівання.

4. Нестабільні в процесі зберігання. Можуть розкладатися за нормальної температури з вибухом.

Завдання на самопідготовку:

- 1. Вивчити теоретичний матеріал
- 1.1. Демидов, Шандыба, Щеглов:- Горение и свойства горючих веществ, стор. 48-52
- 1.2. Демидов, Саушев:- Горение и свойства горючих веществ, с.- 64-70; 95-98.
- 2. Підготуватися до практичного заняття і лабораторної роботи.