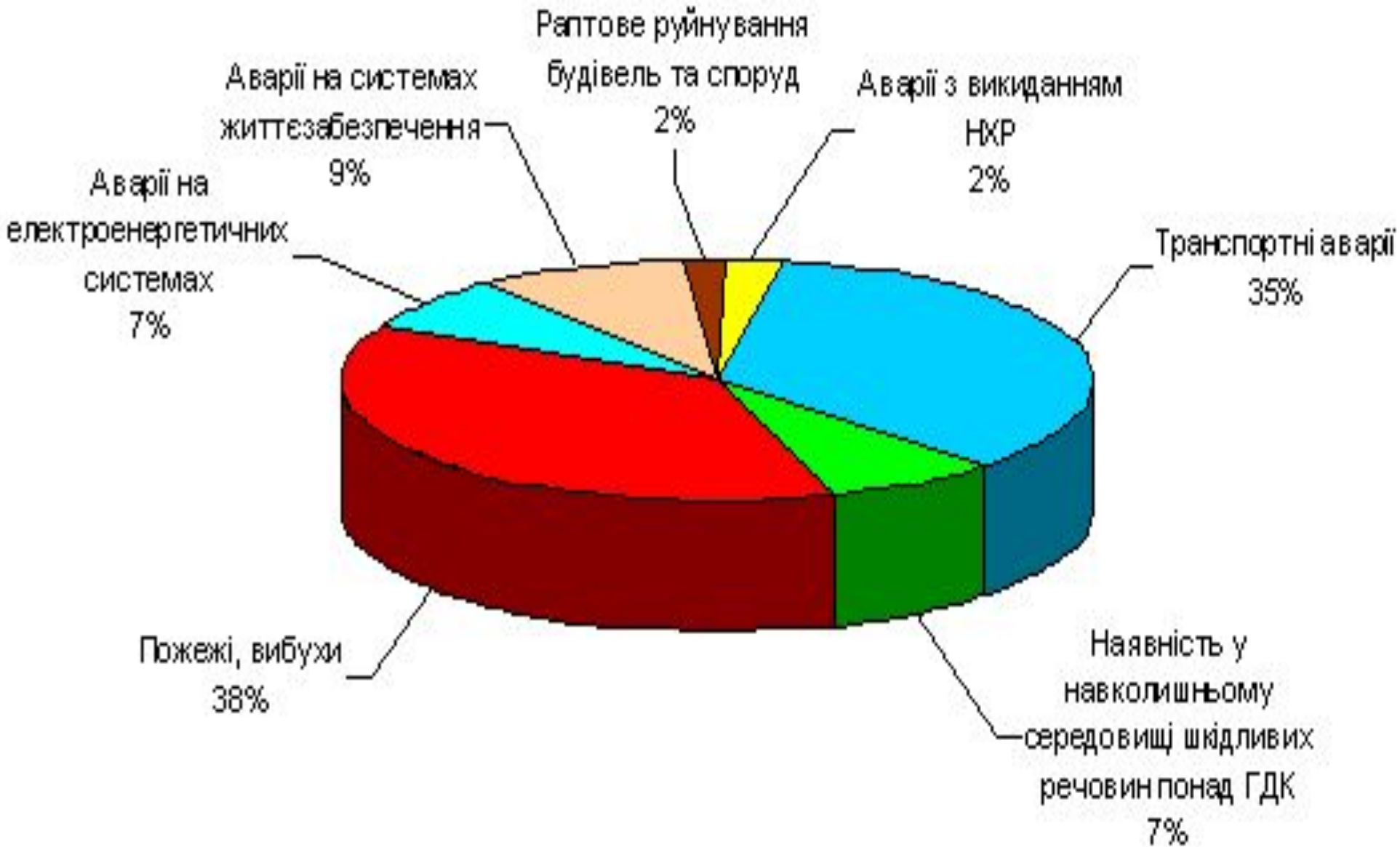


Тема 11. ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ГОРІННЯ В ОГОРОДЖЕННІ

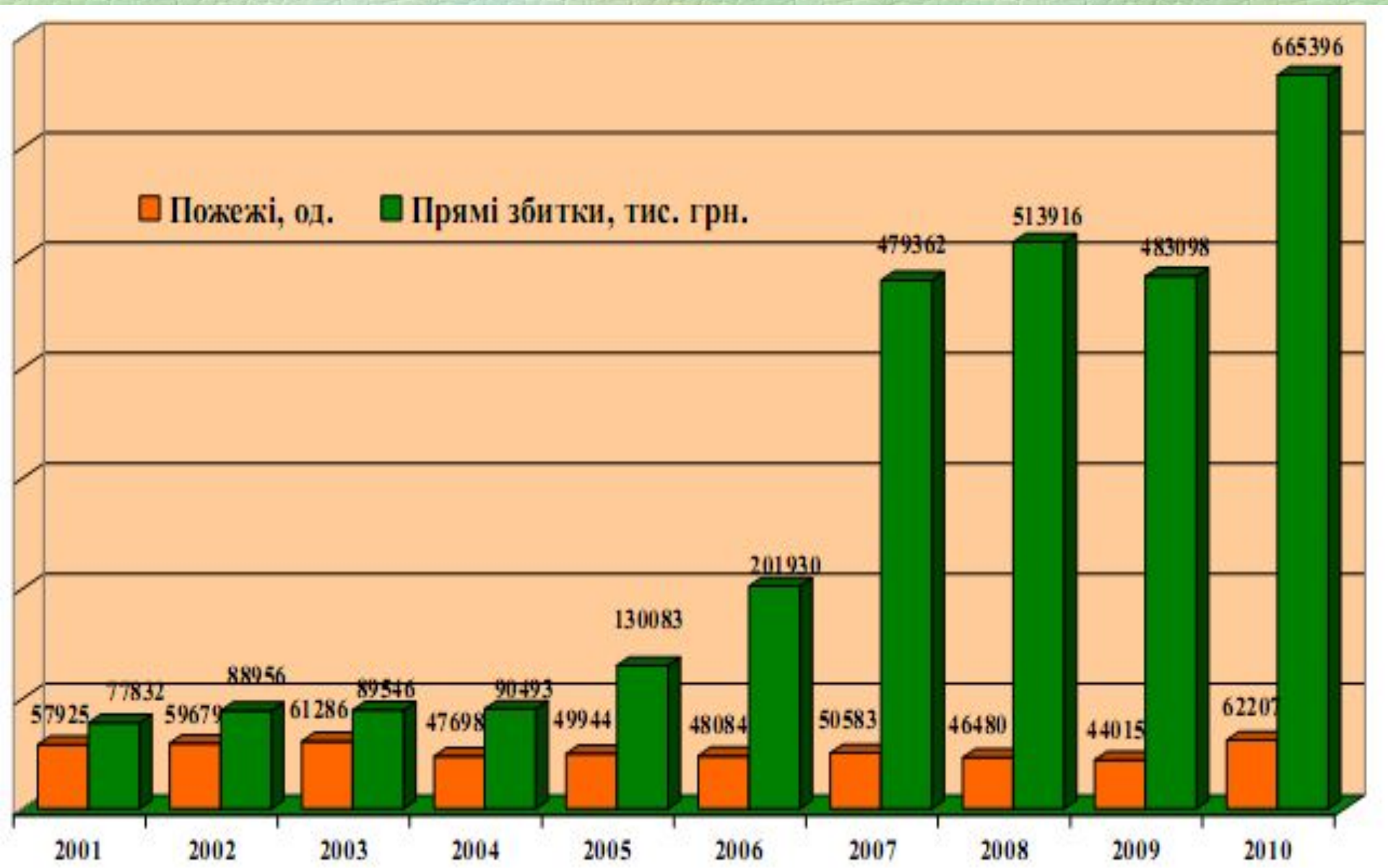
Лекція

**ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПОЖЕЖІ.
РОЗВИТОК ПОЖЕЖІ В
ПРИМІЩЕННІ**

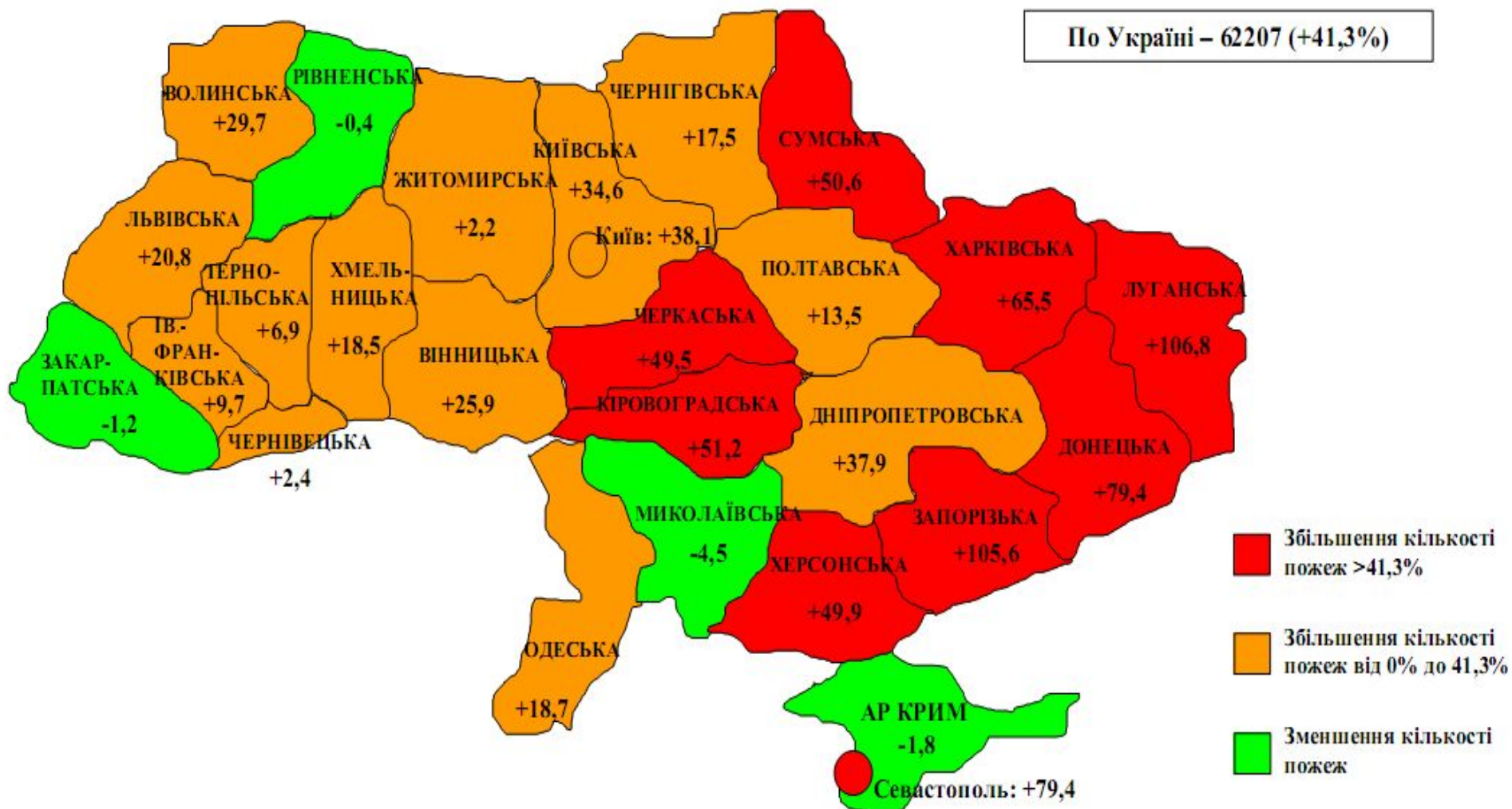
Співвідношення НС техногенного характеру, що виникли у 2000 - 2010 рр., за видами



Розподіл кількості пожеж і збитків від них по роках



Динаміка кількості пожеж по регіонах України за 2011 рік у порівнянні з 2010 роком



План лекції

1. Основні поняття пожежі.
2. Класифікація пожеж
3. Розвиток пожежі в огороженні
 - 3.1. Стадії розвитку пожежі
 - 3.2. Критичний час розвитку пожежі
4. Газообмін під час пожежі в огороженні

1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПОЖЕЖІ

Пожежа – це позарегламентний процес знищення або пошкодження вогнем майна, під час якого виникають чинники, небезпечні для живих істот і довкілля.

Загальні явища пожежі є постійними й обов'язковими для кожної пожежі та взаємопов'язані між собою.

1. *Горіння* (виділення тепла та продуктів згоряння).
2. *Масообмін* (забезпечує надходження повітря в зону горіння і відвід продуктів горіння).
3. *Теплообмін* (тепло від зони горіння передається в навколишнє середовище, витрачається на нагрів речовин, будівельних конструкцій і обумовлює можливість самостійного поширення пожежі).

Окремі явища пожежі - явища, що носять випадковий характер і притаманні конкретній пожежі.

Небезпечні фактори пожежі – первинні та другорядні явища, що призводять до травмування або загибелі людей, а також до знищення або пошкодження матеріальних цінностей.

Первинні явища пожежі, які є небезпечними:

- відкритий вогонь, іскри;
- підвищена температура середовища;
- токсичні продукти горіння і розкладання (дим);
- знижена концентрація кисню в повітрі;

Другорядні явища пожежі, які є небезпечними:

- падаючі частини будівельних конструкцій,
- ударна хвиля вибуху;
- радіоактивні або отруйні речовини, що надійшли в середовище з ушкодженого устаткування;
- електричний струм;
- вогнегасні речовини.

Пожежа розвивається в просторі, при цьому умовно виділяють *зони пожежі*: зону горіння (ЗГ), зону задимлення (ЗЗ) і зону теплового впливу (ЗТВ).

Зона горіння – частина простору, в якій протікають процеси термічної підготовки горючих речовин (розкладання, плавлення, випаровування) і сам процес горіння.

В ЗГ виділяється тепло пожежі і утворюються продукти горіння, які поширюються в просторі і утворюють ЗЗ та ЗТВ.

Зона задимлення (ЗЗ) – частина простору, що примикає до зони горіння, в якій концентрація продуктів горіння є небезпечною для життя та здоров'я людей. У цій зоні неможливо перебування людей без захисту органів дихання й ускладнені бойові дії через недостатню видимість.

- **Зона теплового впливу (ЗТВ)** – частина простору, що прилягає до зони горіння і в межах якої протікають процеси теплообміну між поверхнею зони горіння і навколишніми конструкціями і речовинами.

Зовнішня межа ЗТВ проходить там, де тепловий вплив викликає помітні зміни в стані матеріалів і конструкцій, або створюються умови, які перешкоджають роботі особового складу по гасінню пожежі.

2. КЛАСИФІКАЦІЯ ПОЖЕЖ

І. За умовами газообміну

1. Пожежі на відкритому просторі – пожежі, у яких газообмін не обмежений будівельними конструкціями.

- **окремі** - пожежі, що виникають в окремій споруді або будівлі;
- **суцільні** - одночасне інтенсивне горіння більшості споруд на даній ділянці;
- **масові** - сукупність окремих та суцільних пожеж;
- **вогневий шторм** - утворення потужного турбулентного факелу з велетенською конвекційною колонкою нагрітих продуктів

2. Пожежі в огороженні – пожежі, у яких газообмін обмежений будівельними конструкціями

- пожежі, що регулюються вентиляцією, (ПРВ)** - протікають за умови обмеженого надходження повітря і надлишку горючих речовин;
- пожежі, що регулюються пожежною навантагою, (ПРН)** - пожежі, які протікають при незначній кількості горючих речовин (мала пожежна навантага) і надлишку повітря в приміщенні.

II. За зміною площі горіння

Пожежі, що поширюються, – пожежі, у яких площа пожежі з часом збільшується, проходять з постійною зміною розмірів або розташування зони горіння.

Пожежі, що не поширюються, – пожежі, у яких площа зони горіння не змінюється з часом (обмежена площею розташування горючої речовини).

III. За видом горючої речовини

Залежно від властивостей речовин, особливостей їх горіння та гасіння пожежі поділяють на класи та підкласи:

A - пожежі ТГМ:

A1 - ТГМ, що тліють; **A2** - ТГМ, що не тліють;

B - пожежі рідин:

B1 - рідини, що не розчинні у воді, та ТГМ, що при нагріванні плавляться та розтікаються;

B2 - горючі рідини, що розчинні у воді;

C - пожежі газів;

D - пожежі металів та металоорганічних сполук:

D1 - легкі метали; **D2** - лужні метали;

D3 - металоорганічні сполуки;

E - пожежі електроустаткування під напругою.

3. РОЗВИТОК ПОЖЕЖІ В ОГОРОДЖЕННІ

3.1. Стадії розвитку пожежі

Розвиток пожежі в часі умовно поділяють на три стадії: початкову, основну, кінцеву.

На *початковій стадії* відбувається розвиток пожежі від дії джерела запалювання до моменту, коли все помешкання буде охоплено полум'ям.

На початковій стадії можна виділити три фази.

Перша фаза – перехід загоряння в пожежу.

Друга фаза – об'ємний розвиток пожежі (поширення горіння відбувається по об'єму газоподібних продуктів розкладання горючих матеріалів).

Третя фаза - всі параметри пожежі найбільш

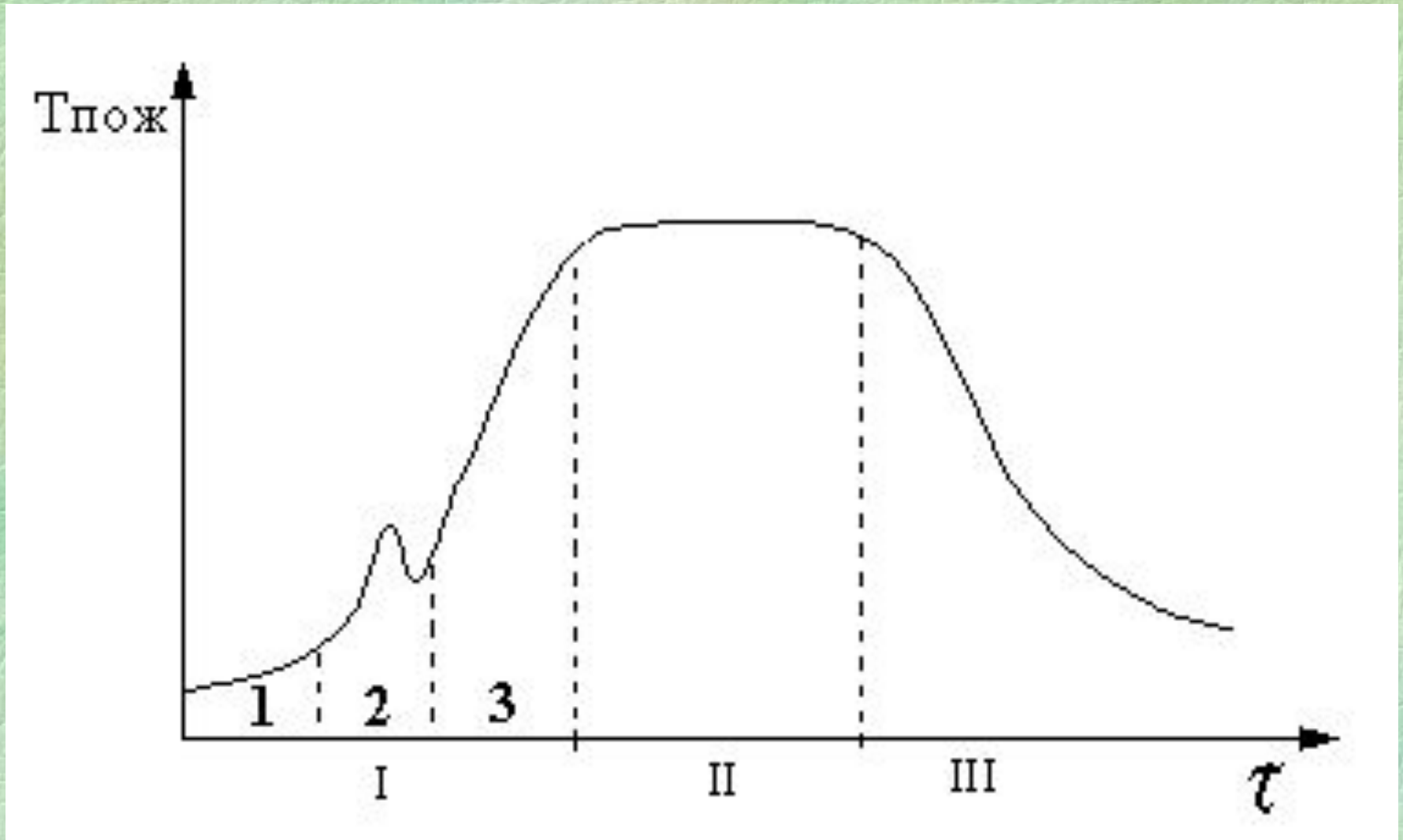
В *основній стадії* всі параметри пожежі стабілізуються, відбувається вигорання 80-90% горючих речовин.

На *кінцевій стадії* розвитку відбувається догорання матеріалів, поступове зниженням температури та задимлення. Процес горіння завершується.

Температурний режим пожежі - зміна температури пожежі з часом.

Температура пожежі в огороженні - середньо-об'ємна температура газового середовища в приміщенні, в якому відбувається пожежа.

Зміна середньоб'ємної температури середовища в приміщенні під час пожежі



Температура пожежі в огороженні залежить від:

- об'єму приміщення ($V_{\text{прим}} \uparrow T_{\text{пож}} \downarrow$);
- пожежної навантаги ($P_{\text{пож}} \uparrow T_{\text{пож}} \uparrow$);
- виду горючої речовини ($(Q'_n, v_m, v_l) \uparrow T_{\text{пож}} \uparrow$);
- тепловтрат на нагрівання конструкцій ($Q_{\text{конст}} \uparrow T_{\text{пож}} \downarrow$);
- площі пожежі ($S_{\text{пож}} \uparrow T_{\text{пож}} \uparrow$);
- інтенсивності газообміну;
- температури повітря ($T_o \downarrow T_{\text{пож}} \downarrow$);
- часу розвитку горіння.

3. 2. Критичний час розвитку пожежі в огороженні

При пожежі в огороженні тепло і дим накопичуються в приміщенні, а тому зона теплового впливу і зона задимлення з часом поширюються. Отже з розвитком пожежі настане момент часу, коли все приміщення буде охоплено цими зонами і перебування в них людей буде неможливе.

Критичний час розвитку пожежі – час від виникнення горіння до настання теплового удару (*критичний час по температурі*) або зниження концентрації кисню нижче гранично допустимих значень (*критичний час по*

Критичний час розвитку пожежі в огороженні за температурою

Якщо площа пожежі з часом не змінюється (клас В), то за час розвитку пожежі виділиться тепло, яке частково піде на розігрів будівельних конструкцій, а частково - на розігрів газового середовища в приміщенні:

$$Q_{\text{газ}} = (1 - k) Q_{\text{пож}} \tau_{\text{пож}};$$
$$Q_{\text{пож}} = S_{\text{пож}} \eta Q_{\text{н}} / v_{\text{м}} \quad Q_{\text{газ}} = V_{\text{прим}} c_{\text{р}} (t_{\text{кр}} - t_0)$$
$$\tau_{\text{кр}}^t = \frac{V_{\text{прим}} c_{\text{р}} (t_{\text{кр}} - t_0)}{(1 - k) \eta Q'_{\text{н}} S_{\text{пож}} v_{\text{м}}}$$

Якщо $k=0,21$, $c_{\text{р}}=1,29$ кДж/(м³·К), $t_{\text{кр}}=70^{\circ}\text{C}$, $t_0=20^{\circ}\text{C}$, то:

$$\tau_{\text{кр}}^t = 81,9 \frac{V_{\text{прим}}}{\eta Q'_{\text{н}} S_{\text{пож}} v_{\text{м}}}$$

При горінні ТГМ (клас А), площа пожежі з часом зростає. Якщо осередок пожежі знаходиться в центрі приміщення,

то ЗГ – кругова, $S_{\text{пож}} = \pi R^2 = \pi (v_1 \tau_{\text{пож}})^2$

$$Q_{\text{пож}} \tau_{\text{пож}} = S_{\text{пож}} \eta Q'_H / v_m \tau_{\text{пож}} = \pi v_1^2 \tau_{\text{пож}}^3 \eta Q'_H / v_m$$

$$(1-k) \pi v_1^2 \tau_{\text{пож}}^3 \eta Q'_H / v_m = V_{\text{прим}} c_p (t_{\text{пож}} - t_o)$$

$$\tau_{\text{кр}}^t = 3 \sqrt{\frac{V_{\text{прим}} c_p (t_{\text{кр}} - t_o)}{\pi(1-k) \eta Q'_H v_m v_1^2}} = 2,973 \sqrt{\frac{V_{\text{прим}}}{\eta Q'_H v_m v_1^2}}$$

осередок пожежі біля стінки (ЗГ – півколо, $S_{\text{пож}} = \pi R^2/2$)

$$\tau_{\text{кр}}^t = 3,73 \sqrt{\frac{V_{\text{прим}}}{\eta Q'_H v_m v_1^2}}$$

осередок пожежі в куті приміщення (ЗГ – чверть кола, $S_{\text{пож}} = \pi R^2/4$)

$$\tau_{\text{кр}}^t = 4,73 \sqrt{\frac{V_{\text{прим}}}{\eta Q'_H v_m v_1^2}}$$

Критичний час розвитку пожежі в огороженні за киснем

Зниження концентрації кисню нижче 14% в
призводить до летальних наслідків для людей.
Отже, нормальна життєдіяльність людини
припиниться при вигорянні $21-14=7\%$ кисню, що
відповідає $7 \cdot 4,76 = 33,3\%$ повітря.

Баланс кисню для приміщення, в якому горюча
речовина горить на сталій площі (**пожежа класу
В**), запишеться у вигляді:

$$0,33 V_{\text{прим}} = v_{\text{пов}}^0 v_m S_{\text{пож}} \eta \tau_{\text{кр}}$$

Час до настання критичного стану:

$$\tau_{\text{кр}}^{0_2} = \frac{0,33 V_{\text{прим}}}{\eta S_{\text{пож}} v_m v_{\text{пов}}^0}$$

Для приміщень, в яких горять ТГМ, враховуючи збільшення площі пожежі з часом, можна записати:

- осередок пожежі в центрі приміщення (форма ЗГ–
кругова)

$$\tau_{кр}^{0_2} = 0,472 \sqrt[3]{\frac{V_{прим}}{\eta v_l^2 v_t v_{пов}^o}}$$

- осередок пожежі біля стінки (форма ЗГ – півколо)

$$\tau_{кр}^{0_2} = 0,595 \sqrt[3]{\frac{V_{прим}}{\eta v_l^2 v_t v_{пов}^o}}$$

- осередок пожежі в куті приміщення (форма ЗГ –
чверть кола)

$$\tau_{кр}^{0_2} = 0,749 \sqrt[3]{\frac{V_{прим}}{\eta v_l^2 v_t v_{пов}^o}}$$

4. ГАЗООБМІН ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ В ОГОРОДЖЕННІ

Газообмін – це рух конвекційних газових потоків, що виникає під дією сил, обумовлених градієнтом тиску, який створюється внаслідок:

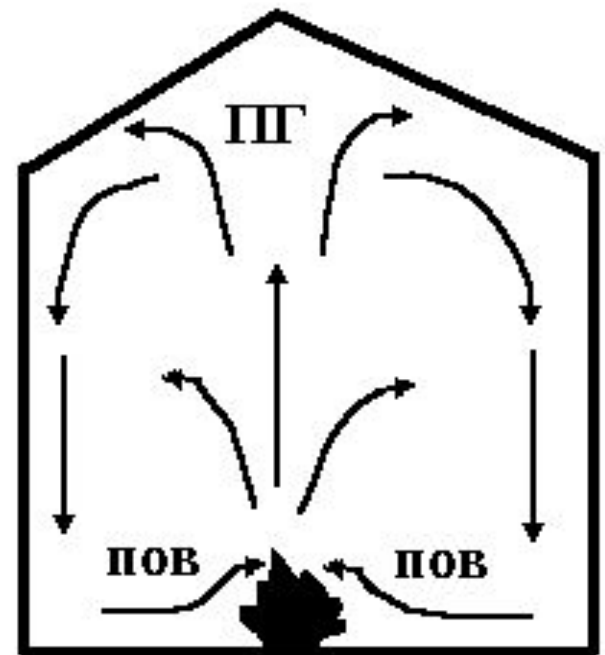
- різниці температур газових потоків (нагрітих газів всередині приміщення і холодного повітря назовні);
- штучного регулювання повітрообміну в помешканні;
- вітрових навантажень;
- наявності самої пожежі.

Перші три фактори не залежать від наявності пожежі і існують у будь-якому приміщенні.

При виникненні горіння в приміщенні над осередком горіння виникають конвекційні потоки нагрітих ПГ і повітря, які рухаються вгору і створюють *під стелею надлишковий тиск*.

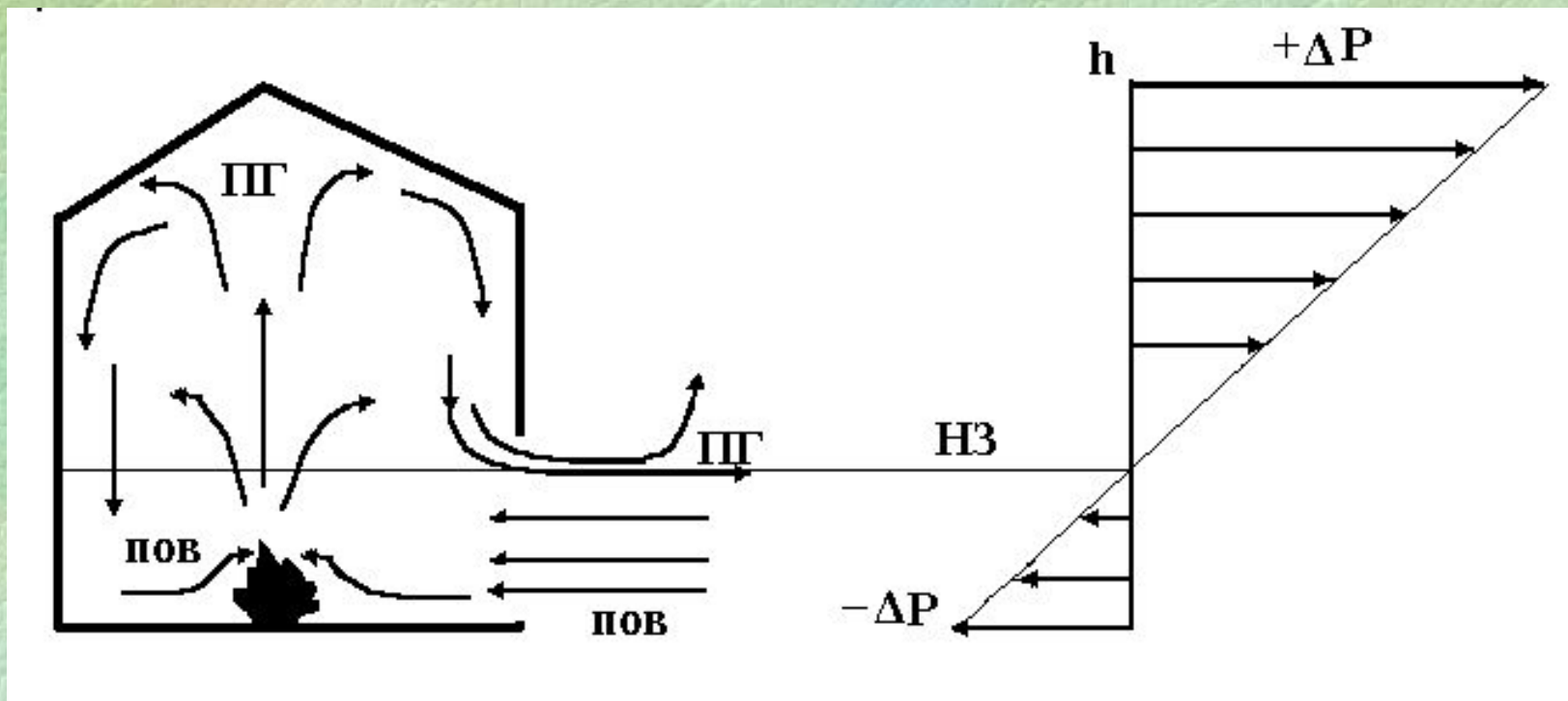
Холодне повітря підсмоктується димогазовою колонкою і вступає в реакцію горіння, при цьому *в нижній частині приміщення розрядження*.

Циркуляція газових потоків призводить до поступового заповнення всього приміщення продуктами горіння.

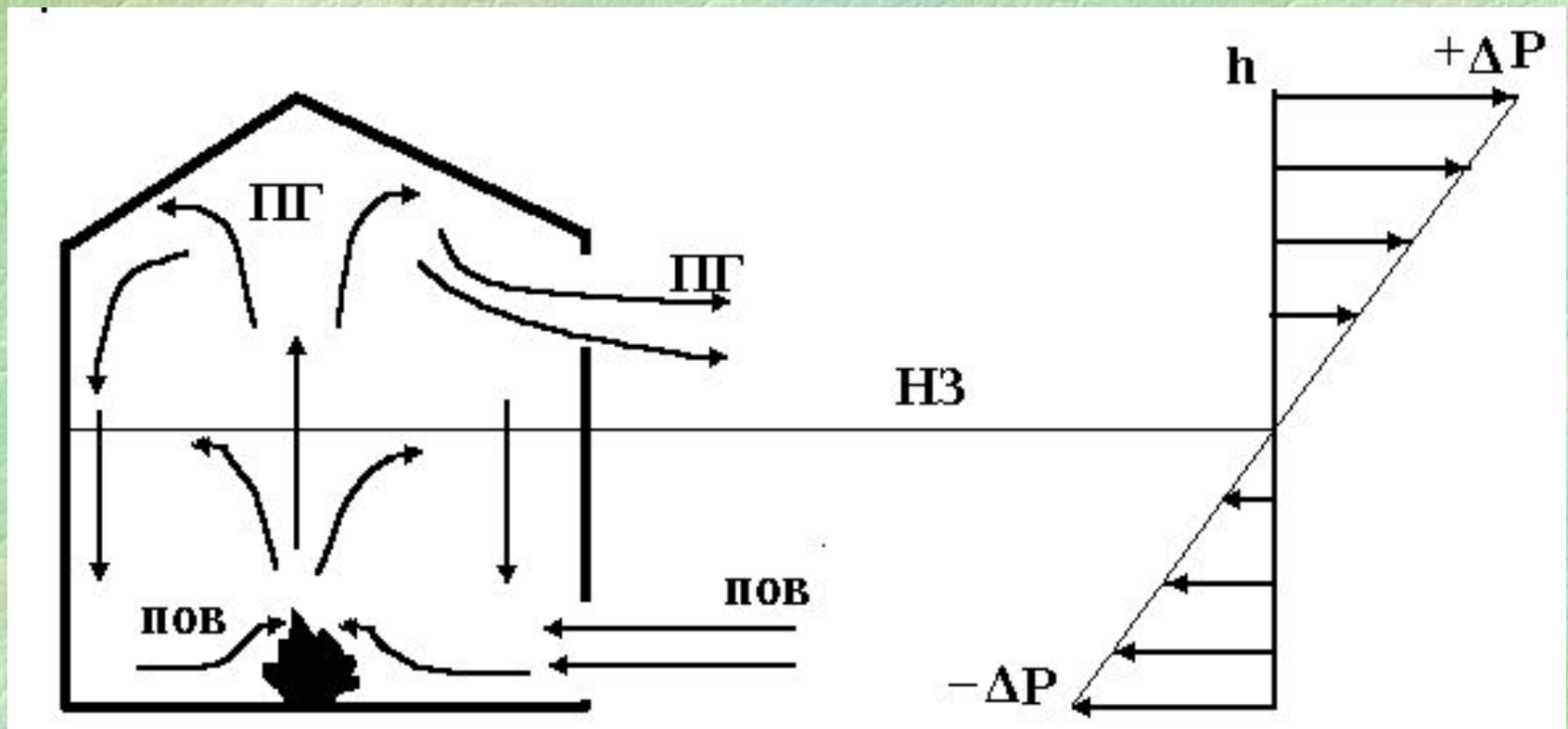


Характер руху повітряних потоків залежить від наявності отворів і їх взаємного розташування.

При газообміні *через один отвір* (відкриті двері, вікно або декілька отворів, які знаходяться на одному рівні) процес підсосу повітря і викиду диму здійснюється в тому самому отворі. На приплив працює тільки нижня частина отвору.



Якщо газообмін здійснюється через *отвори*, які *розташовані на різному рівні*, їх можна умовно розділити на припливні (нижні), через які надходить свіже повітря в приміщення, і вихідні (верхні), через які розігріті продукти згоряння виходять в атмосферу.



На певній висоті від рівня підлоги фізичні параметри газового середовища в приміщенні (густина) відповідають фізичним параметрам повітря поза приміщенням. Відповідно і тиск газового середовища буде таким же, як і тиск повітря поза приміщенням. Цю площину прийнято назвати *нейтральною зоною* або *площиною рівних тисків*.

Нейтральна зона - уявна площина в приміщенні, рівнобіжна підлозі, у точках якої тиск продуктів горіння дорівнює тиску зовнішнього повітря.

Положення нейтральної зони буде тим вище, чим менший тиск продуктів горіння і більший тиск свіжого повітря, що надходить в приміщення.

Якщо газообмін здійснюється через *отвори*, розташовані на різному рівні:

$$h_{i\zeta} = \frac{H}{\left(\frac{S_{i\delta\epsilon}}{S_{\hat{\epsilon}\delta}}\right)^2 \frac{\dot{Q}_{i\hat{\epsilon}}}{\dot{Q}_{i\hat{\delta}}} + 1} + 0,5h_{i\delta\epsilon}$$

- Якщо газообмін здійснюється через *отвори*, розташовані на одному рівні:

$$h_{i\zeta} = \frac{h_{i\delta\hat{\epsilon}}}{1 + 3\sqrt{\frac{\dot{Q}_{i\hat{\epsilon}}}{\dot{Q}_{i\hat{\delta}}}}}$$

Основні способи регулювання висоти нейтральної зони під час в огорожденні:

1. Зниження тиску у верхній частині приміщення, що горить, шляхом відкачки нагрітих продуктів згоряння пересувними димососами і використання систем примусового видалення диму і вентиляції помешкань.
2. Розкриття витяжних отворів (димових люків) у верхній частині приміщення, де створюється максимальна температура і тиск продуктів горіння для випуску диму і зниження температури.
3. Зниження температури й осадження продуктів горіння розпиленими водяними струменями.

4. Підвищення тиску повітря шляхом нагнітання чистого повітря в нижню частину приміщення пересувними пожежними димососами.
5. Регулювання співвідношення площ припливних і витяжних отворів. *Нейтральна зона завжди розташовується ближче до тих отворів, площа яких більше.*
6. Зміна напрямку прямуювання конвекційних димогазових потоків шляхом устрою перемичок, протипожежних завіс і інших перепон для поширення диму.

Завдання на самопідготовку:

1. Вивчити літературу

- І.М. Абдурагимов, В.Ю. Говоров, В.Е. Макаров. Фізико-хімічні основи розвитку і тушення пожежі. стор. 26-80.
- Я.С. Повзик, П.П. Ключ, А.М. Матвейкин. Пожежна тактика. стор. 12 -16, 301 -330.
- В.П. Іванников, П.П. Ключ. Довідник керівника гасіння пожежі. стор. 37-44.

2. Підготуватися до практичного заняття.