

РОЗДІЛ 4. ФІЗИКО- ХІМІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ПОЖЕЖ

ТЕМА 13. ТЕПЛОМАСООБМІН ПОЖЕЖІ В ОГОРОДЖЕННІ

Лекція ГАЗООБМІН ПІД ЧАС ПОЖЕЖІ В ПРИМІЩЕННІ

План лекції.

1. Основні закономірності газообміну під час пожежі в огороженні
2. Параметри, що характеризують газообмін під час пожежі
3. Визначення висоти нейтральної зони.
Основи регулювання газообміну

1. ЗАКОНОМІРНОСТІ ГАЗООБМІНУ 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.

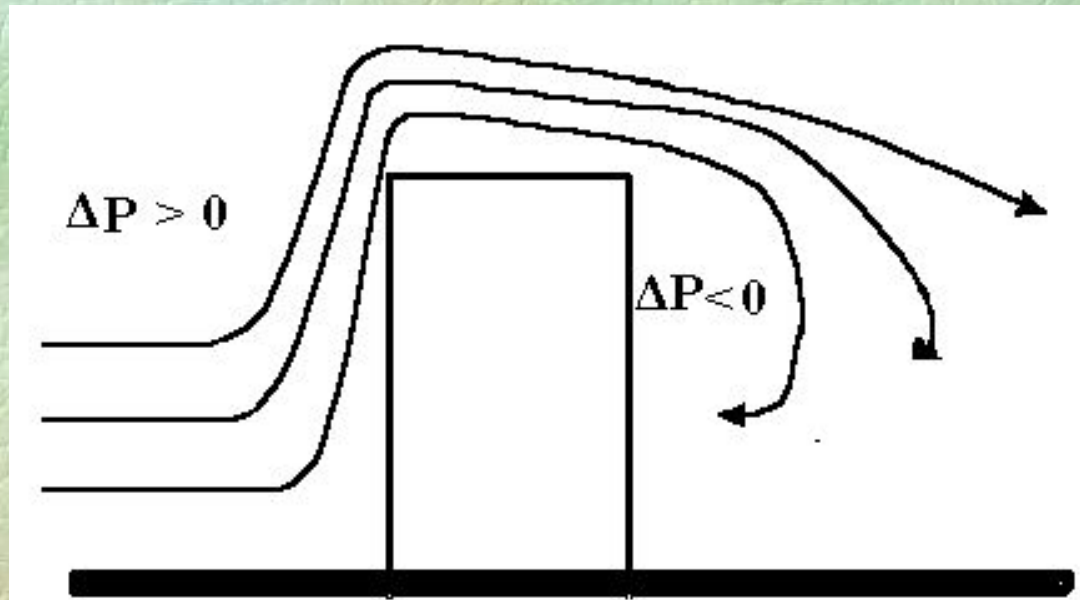
Різниця температур газового середовища всередині і зовні будівлі обумовлює різницю їх тисків, завдяки чому газові потоки можуть рухатися вгору чи вниз залежно від того більша чи менша їх температура у порівнянні з температурою навколишнього повітря.

Тиск повітря також змінюється з висотою будівлі за рахунок гідростатичного напору, що призводить до руху повітря в помешканні.

Гідростатичний напір:

$$\Delta P = \rho g \Delta h = g \Delta h \frac{P}{R_{\text{пов}}} \left(\frac{1}{T_{h_1}} - \frac{1}{T_{h_2}} \right) = 3,46 \Delta h \left(\frac{1}{T_{h_1}} - \frac{1}{T_{h_2}} \right)$$

Вітрові навантаження можуть викликати зміну поля тиску навколо будівлі в цілому.



Із навітряної сторони будівлі утворюється надлишковий тиск, а з підвітряної сторони тиск зменшується. Значення перепаду тиску визначається:

$$\Delta P = k \frac{\rho_{\text{пов}} v_{\text{віт}}^2}{2} \quad \Delta P = k \frac{\rho_0 v_{\text{віт}}^2}{2 R_{\text{пов}} T_{\text{пов}}} = 0,178 k \frac{v_{\text{віт}}^2}{T_{\text{пов}}}$$

При роботі систем штучної припливно-витяж-ної *вентиляції* створюються повітряні потоки, що можуть, як сприяти, так і перешкоджати поширенню пожежі.

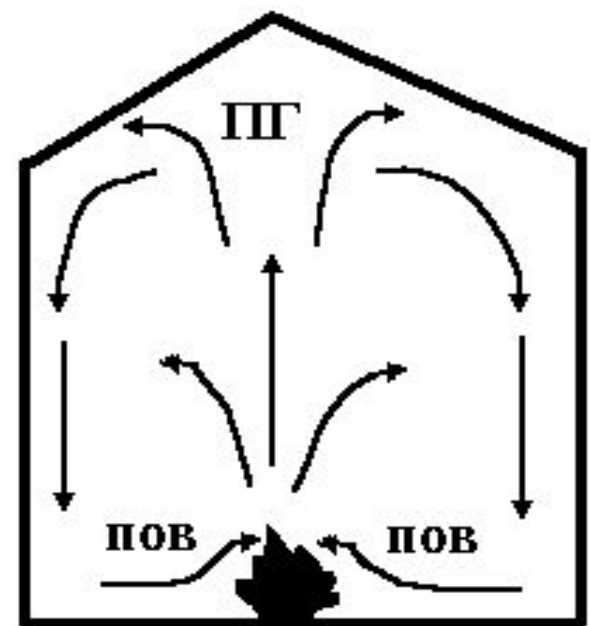
Сучасні виробничі і адміністративні будівлі обладнані протидимним захистом (системи вида-лення диму, підпору повітря).

Найбільш суттєвим фактором є *протікання реакції горіння*. При пожежі в огороженні газо-обмін обмежений будівельними конструкціями, за рахунок чого зона задимлення з часом збільшу-ється і поширюється на сусідні приміщення, в яких процесу горіння ще немає.

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

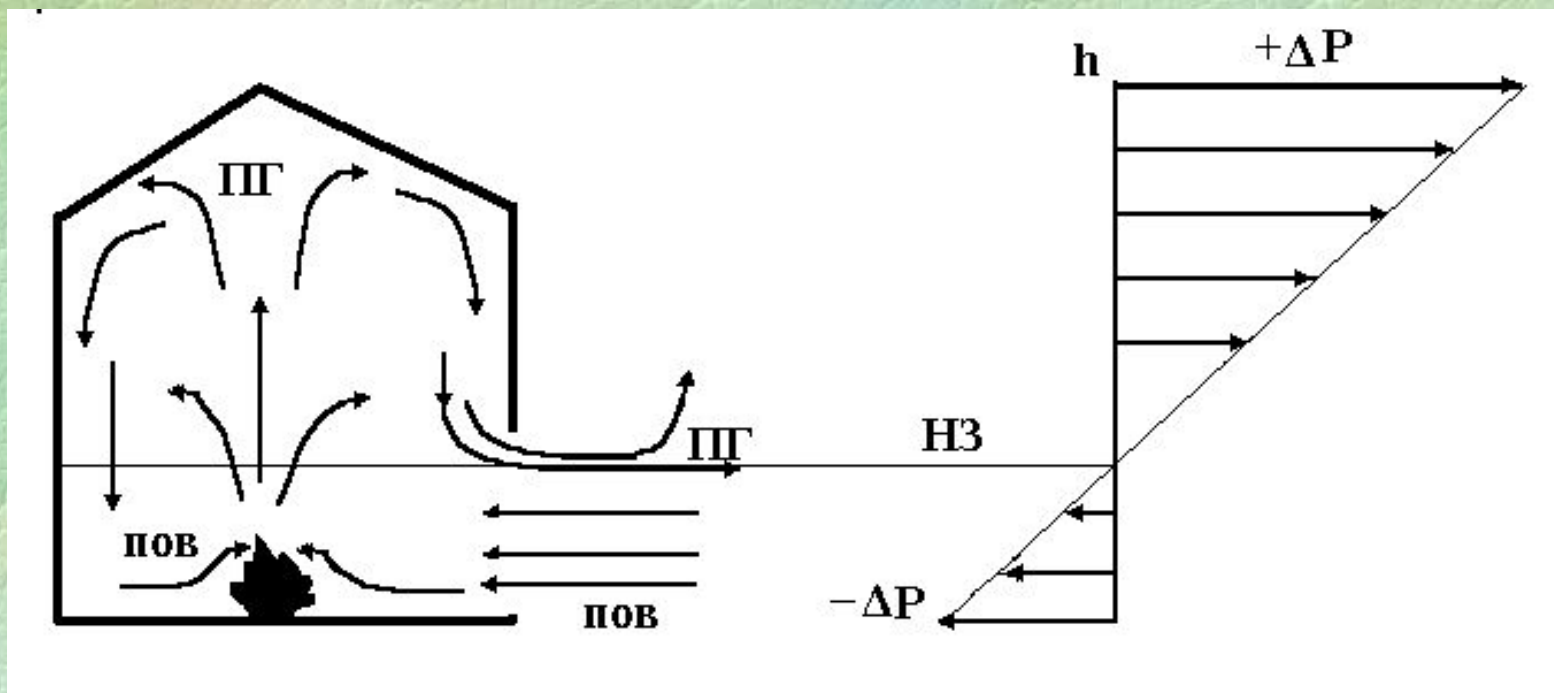
Холодне повітря підсмоктується димогазовою колонкою і вступає в реакцію горіння, при цьому *в нижній частині приміщення розрядження*.

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

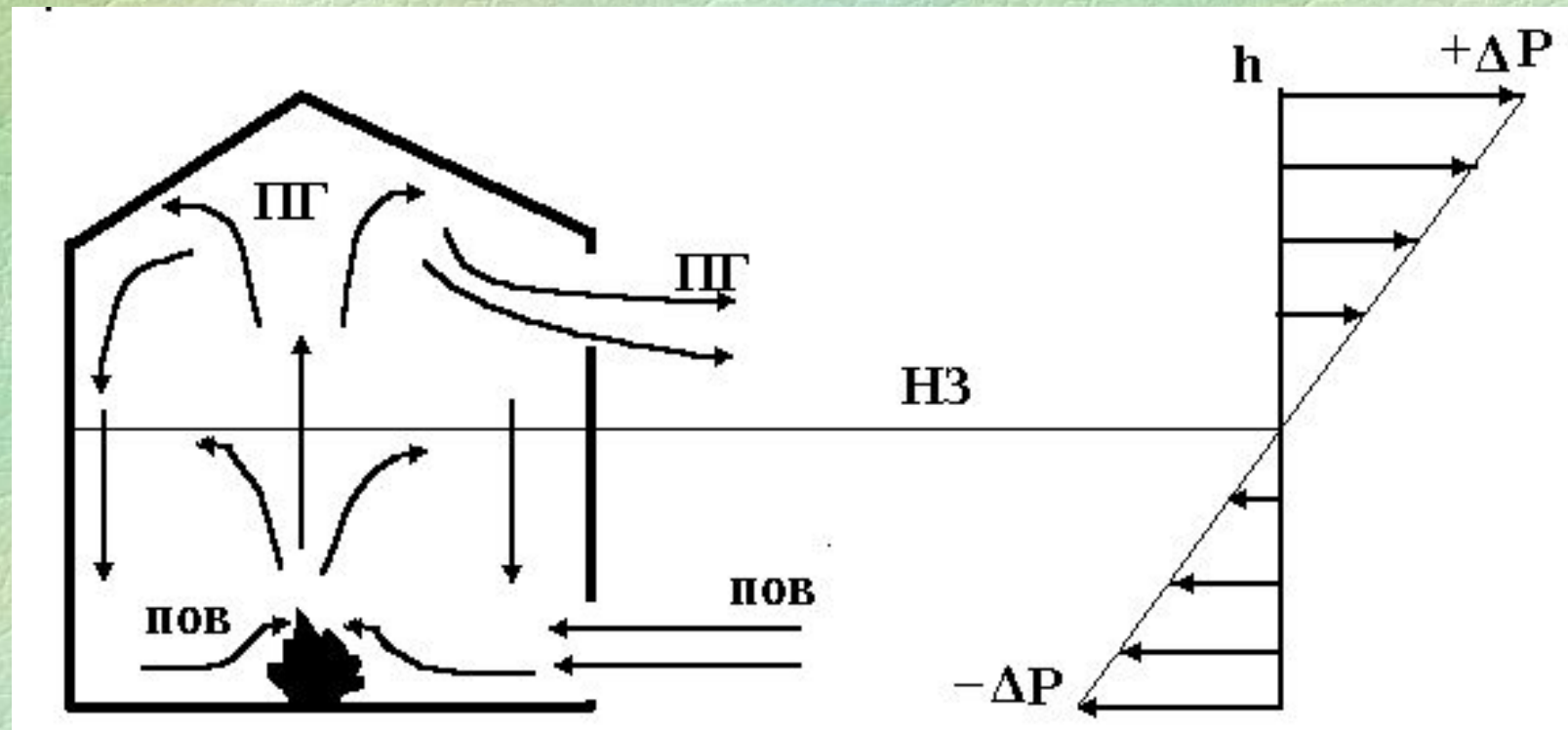


Характер руху повітряних потоків залежить від наявності отворів і їх взаємного розташування.

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.

2. ПАРАМЕТРИ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ ГАЗООБМІН НА ПОЖЕЖІ

Параметрами, що характеризують газообмін під час пожежі, є:

- *коефіцієнт надлишку повітря;*
- *інтенсивність газообміну.*

Через те, що пожежа розвивається з часом, об'єм повітря, що необхідний для повного згоряння пожежного навантаження, змінюється з часом, тому коефіцієнт надлишку повітря за умови пожежі виражається не через об'єми повітря, а через витрату повітря:

$$\alpha = \frac{g_{\text{пов}}^{\text{факт}}}{g_{\text{пов}}^{\text{теор}}}$$

Фактична витрата повітря:

$$g_{\text{пов}}^{\text{факт}}, \text{ кг/с} = \mu v_{\text{пов}} S_{\text{прип}} \rho_{\text{пов}}$$

де μ - коефіцієнт витрати отвору, враховує втрати кінетичної енергії газового потоку при проході через отвори за рахунок тертя і завихрення. Для вікон і дверей $\mu = 0,65$;

$S_{\text{прип}}$ - площа припливного отвору, м^2 ;

$v_{\text{пов}}$ - швидкість руху повітряного потоку, м/с .

Теоретична витрата повітря:

$$g_{\text{пов}}^{\text{теор}} = \eta S_{\text{пож}} v_{\text{т}} v_{\text{пов}}^0 \rho_{\text{пов}}, \text{ кг/с.}$$

$$\alpha = \frac{\mu v_{\text{пов}} S_{\text{прип}} \rho_{\text{пов}}}{\eta S_{\text{пож}} v_{\text{т}} v_{\text{пов}}^0 \rho_{\text{пов}}} = \frac{\mu v_{\text{пов}}}{\eta v_{\text{т}} v_{\text{пов}}^0} \frac{S_{\text{прип}}}{S_{\text{пож}}}$$

За відношенням $\frac{S_{\text{прип}}}{S_{\text{пож}}}$ пожежі ділять на дві групи.

Якщо $\frac{S_{\text{прип}}}{S_{\text{пож}}} < \frac{1}{12}$, пожежі відносять до пожеж з низькотемпературним режимом, тобто розвиток процесу горіння і інтенсивність тепловиділення стримуються припливом повітря та об'ємом самого приміщення (**ПРВ**).

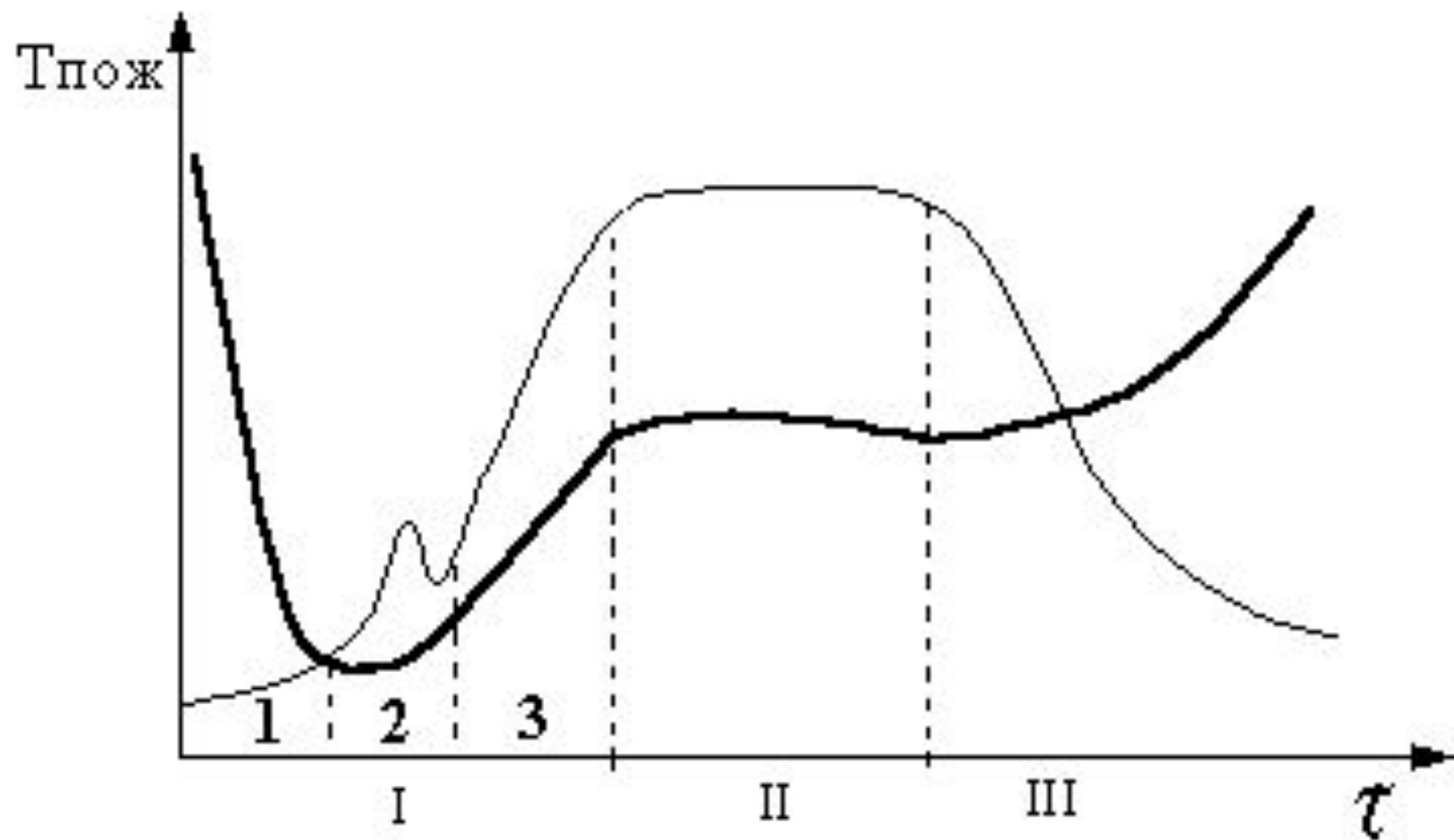
Якщо $\frac{S_{\text{прип}}}{S_{\text{пож}}} > \frac{1}{12}$, пожежі відносять до пожеж з високотемпературним режимом, розвиток горіння і інтенсивність тепловиділення визначається наявністю та видом горючих матеріалів (**ПРИ**).

На початковій стадії пожежі $S_{\text{пож}}$ мала, а горіння протікає за рахунок повітря, що знаходиться в приміщенні, α має велике значення. Поступово $S_{\text{пож}}$ збільшується, α зменшується.

На фазі об'ємного розвитку пожежі відбувається руйнування скління і в приміщення поступає свіже повітря, α збільшується.

В період розвиненої пожежі витрата повітря стабілізується, α залишається практично незмінним.

При вигорянні горючого навантаження кількість повітря, що надходить у зону, залишається незмінною, а маса горючої речовини і площа пожежі знижуються. Це призводить до збільшення α .



Інтенсивність газообміну - це кількість повітря, що надходить до одиниці площі пожежі в одиницю часу:

$$I_{\Gamma} = \frac{g_{\text{пов}}}{S_{\text{пож}}}, \text{кг}/(\text{м}^2\text{с})$$

Розрізняють теоретичну і фактичну інтенсивність газообміну в залежності від витрати повітря, що надходить в приміщення.

Теоретична інтенсивності газообміну:

$$I_{\Gamma}^{\text{теор}} = \frac{g_{\text{пов}}^{\text{теор}}}{S_{\text{пож}}} = \frac{\eta S_{\text{пож}} v_{\text{м}} v_{\text{пов}}^0 \rho_{\text{пов}}}{S_{\text{пож}}} = \eta v_{\text{м}} v_{\text{пов}}^0 \rho_{\text{пов}}, \text{кг}/(\text{м}^2\text{с})$$

Фактична інтенсивність газообміну:

$$I_{\Gamma}^{\text{факт}} = \frac{g_{\text{пов}}^{\text{факт}}}{S_{\text{пож}}}, \text{ кг}/(\text{м}^2\text{с})$$

$$g_{\text{пов}}^{\text{факт}} = \mu v_{\text{пов}} S_{\text{прип}} \rho_{\text{пов}}, \text{ кг}/\text{с}$$

$$\Delta P_{\text{прип}} = \frac{v_{\text{пов}}^2 \rho_{\text{пов}}}{2} \quad \Delta P = (\rho_{\text{пов}} - \rho_{\text{пг}})gh \quad \rho = \frac{P}{RT}$$

$$v_{\text{пов}} = \sqrt{\frac{2\Delta P_{\text{прип}}}{\rho_{\text{пов}}}} = \sqrt{2gh_{\text{прип}} \frac{\rho_{\text{пов}} - \rho_{\text{пг}}}{\rho_{\text{пов}}}} = \sqrt{2gh_{\text{прип}} \frac{T_{\text{пг}} - T_{\text{пов}}}{T_{\text{пг}}}}$$

$$I_{\Gamma}^{\text{факт}} = \frac{g_{\text{пов}}^{\text{факт}}}{S_{\text{пож}}} = \mu \rho_{\text{пов}} \frac{S_{\text{прип}}}{S_{\text{пож}}} \sqrt{2gh_{\text{прип}} \frac{T_{\text{пг}} - T_{\text{пов}}}{T_{\text{пг}}}}$$

3. ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТИ НЕЙТРАЛЬНОЇ ЗОНИ. МЕТОДИ РЕГУЛЮВАННЯ ГАЗООБМІНУ НА ПОЖЕЖІ

Для виявлення загальних закономірностей газообміну при пожежі в огороженні приймемо *припущення*:

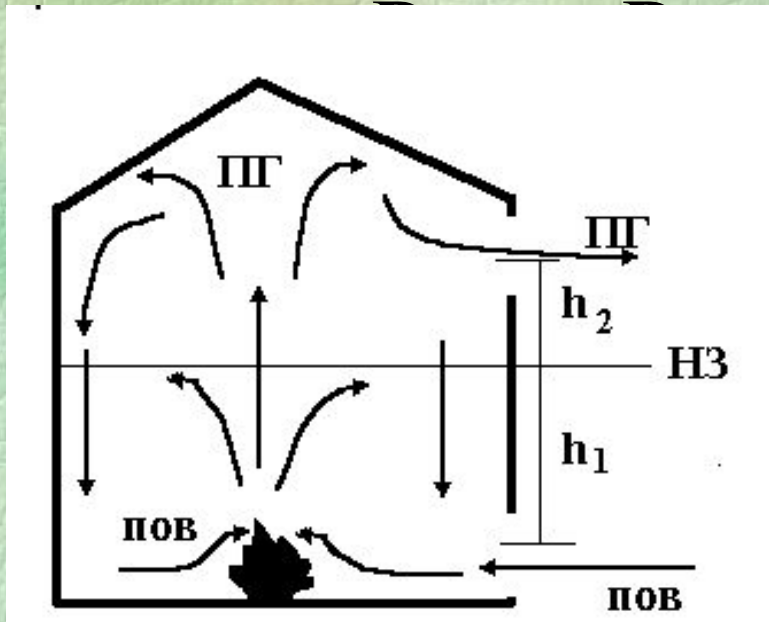
1. Температура продуктів горіння в помешканні вище, чим температура навколишнього повітря.
2. Впливом вітру на газообмін зневажаємо.
3. Площа і розташування припливного і витяжного отворів не змінюються.
4. Маса повітря, що притікає, дорівнює масі продуктів горіння, що виходять із помешкання.

Газові потоки створюють в отворах швидкісний напір, який визначається за рівнянням Бернуллі:

у припливному отворі:
$$\Delta P_{\text{прип}} = \frac{v_{\text{пов}}^2 \rho_{\text{пов}}}{2}$$

у витяжному отворі:
$$\Delta P_{\text{вит}} = \frac{v_{\text{пг}}^2 \rho_{\text{пг}}}{2}$$

Якщо газообмін здійснюється *через отвори на різних рівнях:*



$$P_{\text{верх}} = P_{\text{пов}} - \rho_{\text{пг}} gh_2$$

Сила, що призводить до руху газових потоків у припливному і витяжному отворі, визначається:

$$\Delta P_{\text{прип}} = (\rho_{\text{пов}} - \rho_{\text{пг}}) gh_1$$

$$\Delta P_{\text{вит}} = (\rho_{\text{пов}} - \rho_{\text{пг}}) gh_2$$

$$h_i g(\rho_{\text{пов}} - \rho_{\text{пг}}) = \frac{v_i^2 \rho_i}{2} \quad v_i = \frac{G_i}{\mu \rho_i S_{\text{отвор}}}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{S_{\text{прип}}}{S_{\text{вит}}} \right)^2 \frac{\rho_{\text{пов}}}{\rho_{\text{пг}}} \quad H = h_1 + h_2 \quad \rho = \frac{P}{RT}$$

$$h_{\text{нз}} = \frac{H}{\left(\frac{S_{\text{прип}}}{S_{\text{вит}}} \right)^2 \frac{T_{\text{пг}}}{T_{\text{пов}}} + 1} + 0,5h_{\text{прип}}$$

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

$$h_{\text{нз}} = \frac{h_{\text{отвор}}}{1 + \sqrt[3]{\frac{T_{\text{пг}}}{T_{\text{пов}}}}}$$

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

Основні способи регулювання висоти нейтральної зони під час в огороженні:

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 у зоні, де створюється максимальна температура і тиск продуктів горіння. Для цього розкриваються димові люки і ліхтарі в самій верхній частині приміщення, або розкриття стріхи і перекриття для випуску диму і зниження температури.
3. Зниження температури й осадження продуктів горіння розпиленими водяними струменями.
4. Підвищення тиску повітря в нижній частині приміщення 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.*

Отже, при додатковому розкритті отворів у нижній частині приміщення, які працюють на приплив, і значному перевищенні їх над площею витяжних отворів, нейтральна зона опускається.

6. Зміна напрямку прямуювання конвекційних димогазових потоків шляхом устрою перемичок, перепон для поширення диму з повітряно-механічної піни, устрою

Завдання на самопідготовку:

1. Вивчити літературу.

- Я.С. Повзик, П.П. Ключ, А.М. Матвейкин - Пожежна тактика стор. 12-16.
- И.М. Абдурагимов, В.Ю. Говоров, В.Е. Макаров - Фізико-хімічні основи розвитку і гасіння пожеж, стор. 75-103.

2. Підготуватися до проведення практичного заняття з розрахунку висоти нейтральної зони.