

Променистий теплообмін

Променистий теплообмін між тілами в діатермічному середовищі. Екрани.

Випромінювання і поглинання енергії газами.

Міелімік

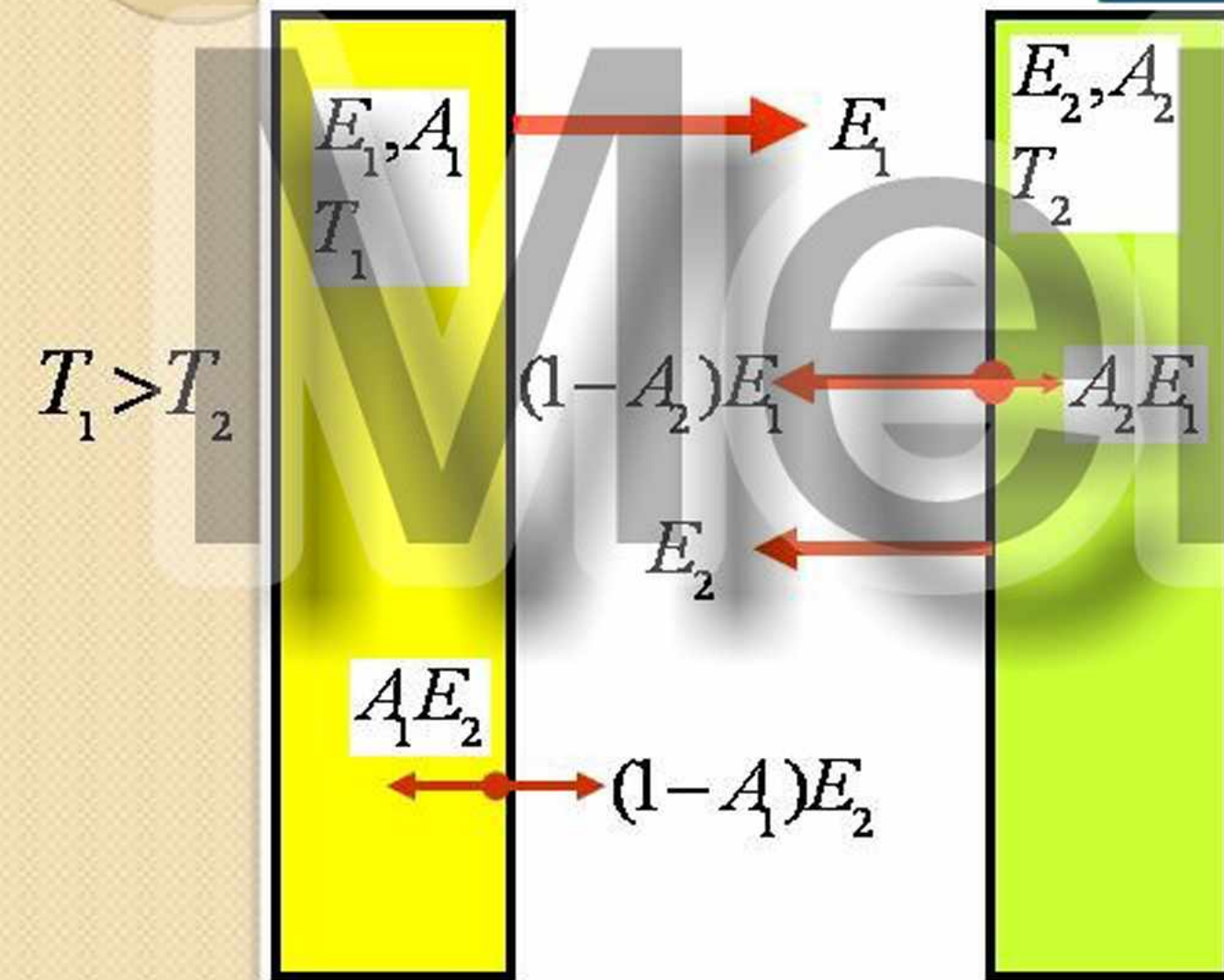
Променистий теплообмін між тілами в діатермічному середовищі.

$$E_{\text{вистл}} = q_{1,2} = \frac{\varepsilon_{\text{зб}} \sigma (T_1^4 - T_2^4)}{1}$$

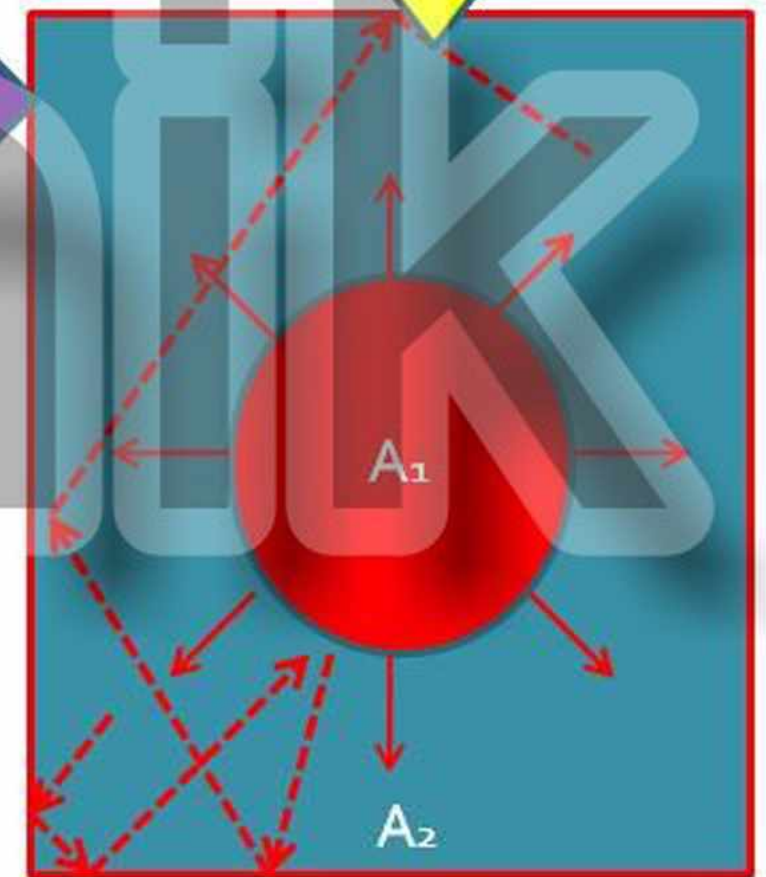
$$\varepsilon_{\text{зб}} = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1}$$

$$\varepsilon_{\text{зб}} = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + (A_1/A_2)(1/\varepsilon_2 - 1)}$$

Шлях "відбитого" променя



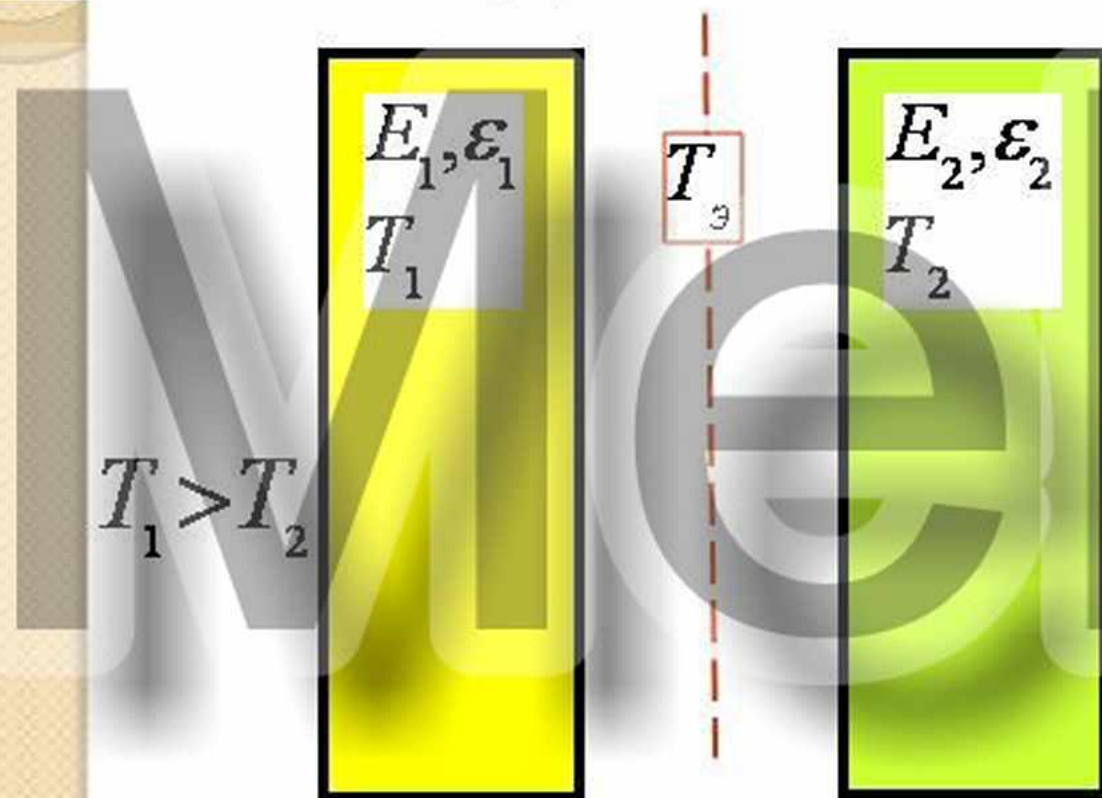
Паралельні поверхні



Одне тіло всередині іншого

Теплові Екрани

Для збільшення ефективності дії екрану потрібно застосовувати екрани з малим значенням коефіцієнта випромінювання з алюмінієвих гладеньких листів, фольги та інших подібних матеріалів.



$$\epsilon_{3\theta} = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_1} + 2 \sum_{i=1}^n \frac{1}{\epsilon_{ei}} + \frac{1}{\epsilon_2} - (n+1)}$$

n – кількість екранів

Вимоги до теплових екранів

❖ Для зменшення впливу теплового випромінювання застосовують так звані теплові екрани, які встановлюють перепендикулярно до напрямку випромінювання і виготовляють їх з матеріалів з низькою поглинальною та високою відбивальною здатністю (напр. алюмінієва фольга, поліровані метали і т.п.).

В результаті перевипромінювання екранами в напрямках, зворотнім поширенню теплового випромінювання величина результуючого потоку випромінювання зменшується. Причому, якщо $\varepsilon_1 \approx \varepsilon_2 \approx \varepsilon_{\text{екр}}$ застосування 1 екрану дозволяє зменшити тепловий потік в 2 рази.

При наявності n екранів тепловий потік зменшиться в $(n+1)$ раз.

❖ Для збільшення ефективності дії екрану потрібно застосовувати екрани з малим значенням коефіцієнта випромінювання з алюмінієвих тонких, гладеньких листів, фольги та інших подібних матеріалів.

❖ Для більш ефективного екранування теплового випромінювання необхідно сферичні чи циліндричні екрани розміщувати ближче до тіл, які мають більш високу температуру.

Інтенсифікація теплового випромінювання

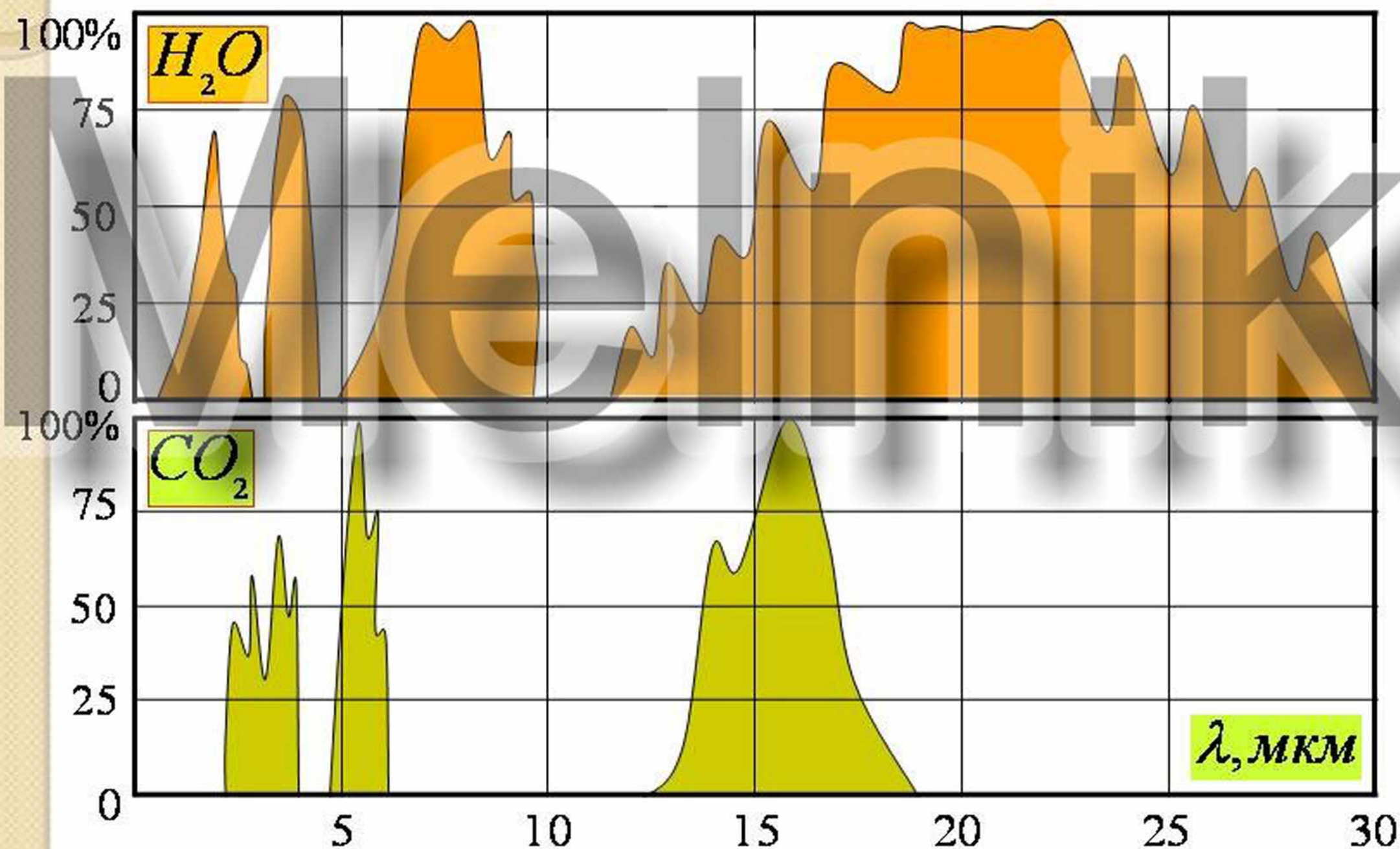
- Для інтенсифікації променистого теплообміну необхідно збільшувати T_1 (тобто – температуру тіла, що випромінює енергію і ϵ ступінь чорноти системи – тіл які утворюють систему), або зменшувати T_2 . Ця задача виникає і під час холодильної обробки продуктів чи сировини, так як променисте відведення теплоти від продуктів не супроводжується їх усиханням, як це має місце при конвективному теплообміні, а зниження усушки є важливим джерелом збереження якості і кількості продуктів.

Випромінювання і поглинання енергії газами.

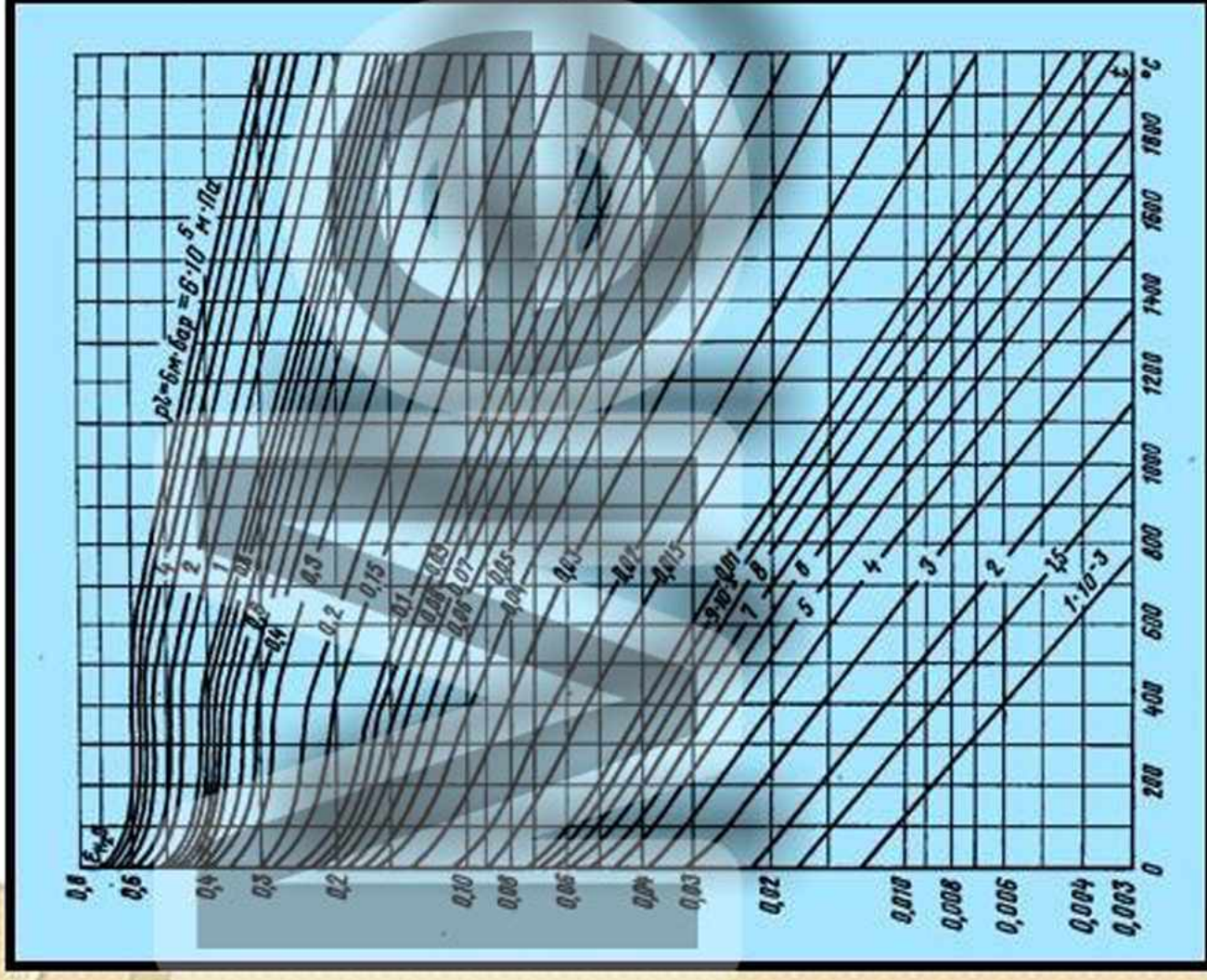
- Гази молекули яких складаються з однорідних атомів (1-2 двоатомні) практично не випромінюють теплових променів і абсолютно прозорі для таких променів при температурах до 5000 К.
- Водночас існує значна кількість так званих напівпрозорих середовищ, здатних як випускати, так і поглинати та розсіювати випромінювання. Так, наприклад, 3-х атомні гази і багатоатомні гази мають значний степінь чорноти і володіють значною поглинальною, а значить і випромінюючою здатністю (це в основному продукти згорання органічного палива, та пари води). Їх умовно можна поділити на чотири групи:
 - 1). Несвітні гази – більшість технологічних газових сумішей, освітлені газуваті продукти згорання.
 - 2). Напівсвітлі гази та полум'я – полум'я антрацитів та іншого вугілля.
 - 3). Світні гази та полум'я – полум'я деревини, торфу, мазуту.
 - 4). Запилені газові потоки та полум'я – факел пиловугільних топок.
- **Теплообмін випромінюванням в газах в великій степені залежить від товщини шару газу, причому, потрібно пам'ятати, що газові об'єми, як правило, не відбивають променів!!!**

Селективне випромінювання газів

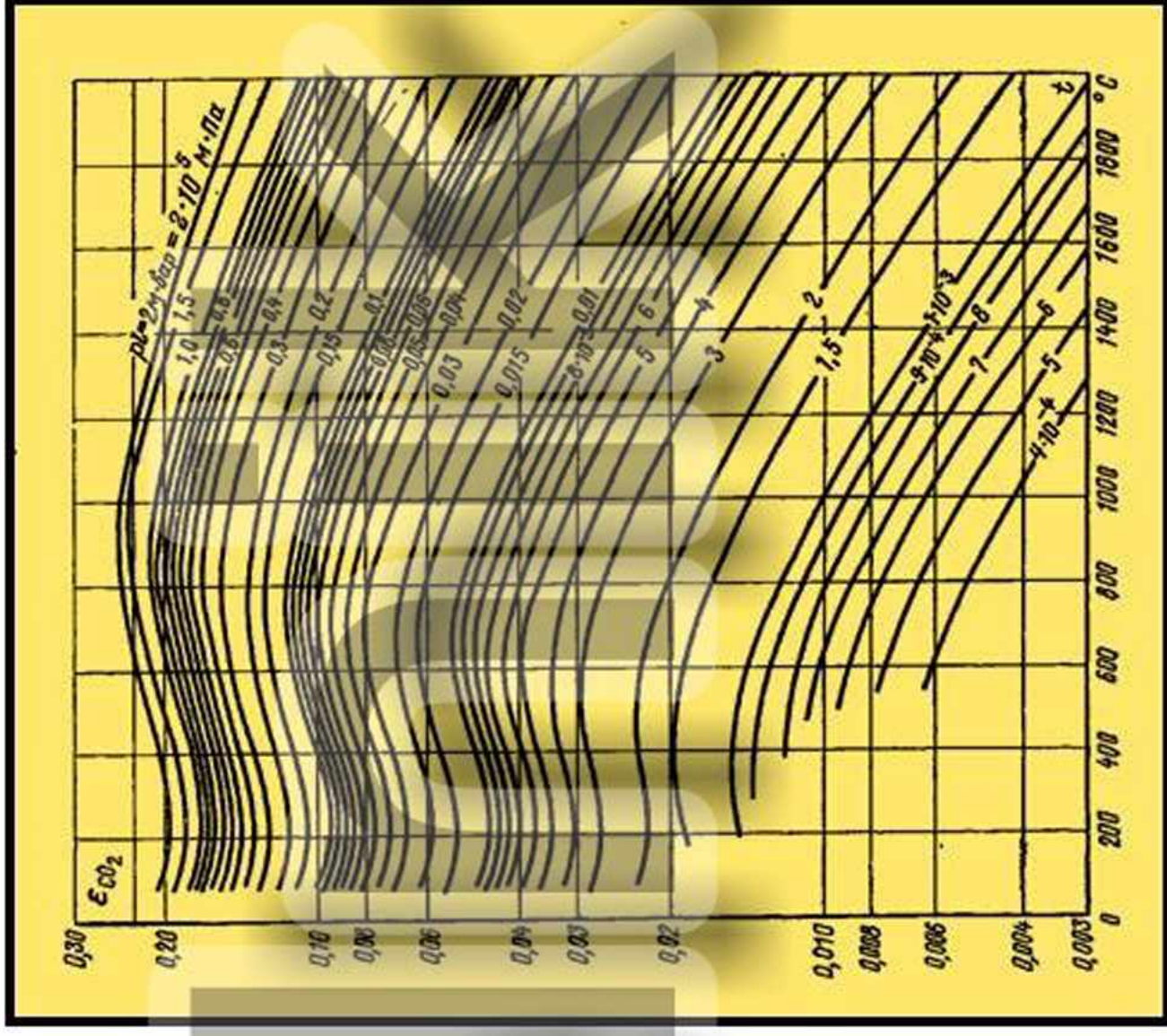
(більш широкі полоси спектру для водяної пари свідчать про більшу високую ступінь чорноти водяної пари ніж у двооксиду вуглецю)



Залежність ϵ для H_2O (а) та CO_2 (б) від температури, тиску та товщини газового прошарку



а)



б)

- При полосових спектрах (для газів) закон Стефана-Больцмана не годиться і замінюється наступним: $E = C(T/100)^n$, де n для двооксиду вуглецю і для водяної пари відповідно становить $n=3,5$ і $3,0$. Однак, для зручності вважають, що випромінювання газів також здійснюється по закону четвертої степені, але тоді вносять в коефіцієнт C поправку на температуру, так як $C=f(T)$.
- Поглинаюча здатність газу залежить від його температури та тиску, тобто – $A=f(T, P_i)$.
- Значення ступені чорноти газів може як розраховуватися за допомогою формул (наприклад $\epsilon_g = 1 - e^{-10 kps}$, так і знаходитися за допомогою відповідних номограм, побудованих на їх основі. Сам добуток ($-kps$) називають силою поглинання газів.
- Якщо газ обмежений твердими стінками, які мають іншу температуру, то тут включається ще механізм теплообміну між газом і твердими стінками. Цей процес уже досить складний, так як тут може появитися конвективний теплообмін, бо якщо говорити строго – ці явища взаємозв'язані. На даний момент простого і загального методу точного розрахунку складного теплообміну не створено. Такі питання розглядають в спецкурсах.

Променистий теплообмін між газами і поверхнями, що їх оточують.

На практиці дуже часто має місце теплообмін між газами та оточуючими його стінками (тілами) і в таких випадках необхідно враховувати не тільки енергію випромінювання газів, але й енергію, яка відбивається поверхнею та поглинається газами. Тому, в практичних розрахунках для незапилених газів використовують наступну формулу:

$$q_{g,c} = \frac{\epsilon_w + 1}{2} C_0 \left[\epsilon'_g \left(\frac{T_g}{100} \right)^4 - \epsilon''_g \left(\frac{T_c}{100} \right)^4 \right] \psi$$

де ϵ_w - ступінь чорноти поверхні, що опромінюється;

ϵ'_g - ступінь чорноти газів, що випромінюють, при температурі газів T_g ;

ϵ''_g - те ж саме при температурі стінки.

ψ - поправка, яка враховує відхилення випромінювання від закону Стефана-Больцмана (береться з номограм, а для запилених газів =1).