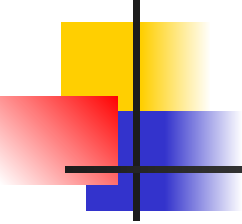




Лекція 2 ОЗДОРОВЛЕННЯ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА

План лекції.

- 1 Причини забруднення і характер впливу повітряного середовища на організм людини.
- 2 Нормування вмісту шкідливих речовин в повітрі.
- 3 Мікроклімат (метеорологічні умови) у виробничих приміщеннях.
- 4 Заходи щодо оздоровлення повітряного середовища і поліпшення умов праці.
- 5 Класифікація і розрахунок систем вентиляції.



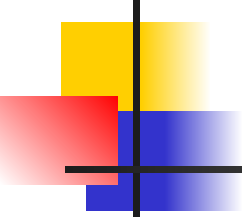
Причини забруднення повітря виробничого середовища

- Склад повітря, найбільш сприятливий для дихання: азоту 78%, кисню 21%, інертних газів близько 1%, вуглекислого газу 0,03%.
- Забруднення повітряного середовища пилом, газом, аерозолем у виробничих умовах відбувається з багатьох причин.
- Основними з них є:
 - 1. Недосконалість технологічного процесу (наприклад, виробництво цементу мокрим і сухим способом).
 - 2. Переривчастість технологічних процесів.
 - 3. Недостатня герметичність обладнання.
 - 4. Рух транспорту.



Вплив шкідливих речовин

- Небезпека впливу на організм людини отруйних речовин визначається наступними факторами:
 - 1) хімічний склад речовини;
 - 2) ступінь подрібнення (дисперсність); чим вище дисперсність, тим швидше і глибше проникають отрути в організм (небезпечніше паро- та газоподібні речовини).
 - 3) розчинність в біологічних середовищах (ДДТ);
 - 4) концентрація;
 - 5) час впливу.
- За ступенем впливу на організм людини шкідливі речовини підрозділяються на 4 класи:
 - 1 Надзвичайно небезпечні (Hg, Pb) .ПДК <0,1 мг / м.куб
 - 2 Високо небезпечні (As, Sb, H₂S). ГДК 0,1-1 мг / м.куб
 - 3 Помірно небезпечні (SO₂, спирт метиловий). ГДК 1-10 мг / м.куб
 - 4 Малонебезпечної дії (C₂H₅OH, уайт-спірит). ГДК > 10 мг / м.куб

- 
-
- За фізіологічною дією отруйні речовини можуть бути розділені на чотири основні групи:
 - **а) дратівливі** - діючі на поверхневі тканини дихального тракту і слизові оболонки (хлор, сірчистий газ, аміак, акролеїн);
 - **б) задушливі** - діючі як речовини, що порушують процес засвоєння кисню тканинами (окис вуглецю, сірководень);
 - **в) наркотичні** - діють як наркотики (азот під тиском, ацетон, дихлоретан, чотирихлористий вуглець);
 - **г) соматичні отрути** - викликають порушення діяльності всього організму або його окремих органів і систем (свинець, ртуть, бензол, миш'як).



Нормування вмісту шкідливих речовин у повітрі

ГОСТ 12.1.005-88 встановлює гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони виробничих приміщень.

Гранично допустимі концентрації (мг / м³) шкідливих речовин у повітрі робочої зони є такі концентрації, які при щоденному впливі в межах 8:00 годин протягом усього робочого стажу не викликають у працюючих захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами дослідження безпосередньо в процесі роботи або у віддалені терміни.

ГДК шкідливих речовин - вихідна база при проектуванні нових машин і механізмів, технологічних ліній, промислових підприємств, при розрахунках вентиляції і т.д. У повітрі, що надходить всередину виробничих приміщень, концентрація шкідливих речовин не повинна перевищувати величини 0,3 ГДК для робочої зони цих приміщень.

Таблиця ГДК деяких шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Загрязняющее вещество	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³			Загрязняющее вещество	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³		
	рабочей зоны	максимальная разовая	среднесуточная		рабочей зоны	максимальная разовая	среднесуточная
Азота диоксид	5,0	0,085	0,085	Бензол	5,0	1,50	0,80
Аммиак	20	0,20	0,20	Дихлорэтан	10	3,0	1,0
Ацетон	200	0,35	0,35	Серы диоксид	10	0,5	0,05
Сероводород	10	0,008	0,008	Метанол	5,0	1,0	0,5
Фенол	5	0,01	0,01	Фтористые соединения (в пересчете на фтор)	0,5	0,02	0,005
Формальдегид	0,5	0,035	0,012	Пыль нетоксичная (известняк)	6	0,5	0,05
Хлор	1,0	0,10	0,03	Этанол	1000	5	5



Промисловий пил.

- Пилом (аерозолем) називаються подрібнені або отримані іншим шляхом дрібні частинки твердих речовин, що літають (знаходяться в русі) деякий час в повітрі. Такий рух відбувається внаслідок малих розмірів цих частинок (пилинок) під дією руху самого повітря.
- Пилу утворюються внаслідок:
 - - Дроблення або стирання,
 - - Випаровування з подальшою конденсацією в тверді частинки,
 - - Згоряння з утворенням у повітрі продуктів горіння,
 - - Ряду хімічних реакцій і т. д.
- За хімічним складом пилу ділять на дві основні групи:
 - - Токсичні
 - - Нетоксичні.



Умови праці

- Відповідно до гігієнічної класифікації праці умови праці можуть бути оптимальними, допустимими, шкідливими та екстремальними.
- **Оптимальні умови праці** забезпечують максимальну продуктивність праці і найменшу напруженість організму. Фактори середовища та праці не перевищують безпечних гігієнічних норм (нормативів).
- **Допустимі умови праці** характеризуються такими чинниками середовища та праці, при яких гігієнічні нормативи не перевищують допустимих значень.
- **Шкідливі умови праці** характеризуються такими виробничими факторами, що перевищують допустимі гігієнічні норми і призводять до погіршення здоров'я людини або чинять негативний вплив на потомство.
- **Екстремальні умови праці** - це такі умови, коли фактори праці та середовища при впливі під час роботи призводять до ризику виникнення важких захворювань або створюють реальну загрозу життю.



Мікроклімат у виробничих приміщеннях

- **Мікроклімат виробничих приміщень** - умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) випромінювання.
- Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99
- Метеорологічні умови або мікроклімат у виробничих умовах визначаються наступними параметрами (ДСН 3.3.6.042-99):
 - 1 Температура повітря, С °, (термометр).
 - 2 Відносна вологість, %, (психрометр).
 - 3 Швидкістю руху повітря на робочому місці, м / с, (анемометр).
 - 4 інтенсивність теплового (інфрачервоного) випромінювання, Вт / м², (актинометр).
 - 5 Температура поверхні

Контроль параметрів мікроклімату



Аспирационный
психрометр
(относительная
влажность воздуха)



Крыльчатый
анемометр
(скорость
движения воздуха)

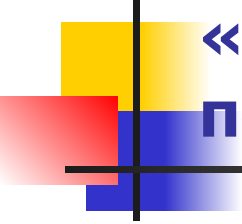


Портативный
измеритель
влажности и
температуры

Тепловий баланс між організмом людини і навколишнім середовищем

- Нормальне функціонування людського організму неможливо без підтримки теплового балансу.
- Властивості організму підтримувати температуру тіла називається терморегуляцією. Віддача теплоти виділяється організмом в навколишнє середовище відбувається 5 шляхами.
- конвекція
- випромінювання
- випаровування
- теплопровідність
- нагрів повіт, що вдихається

$$Q_{\text{вт}} = \underbrace{Q_k}_{25\%} + \underbrace{Q_{\text{вдх}}}_{45\%} + \underbrace{Q_{\text{вдл}}}_{20\%} + \underbrace{Q_m}_{5\%} + \underbrace{Q_{\text{не}}}_{5\%}$$



Порядок нормування згідно ГОСТ 12.1.005 - 88 «Загальні санітарно гігієнічні вимоги до повітря робочої зони».

- Нормуються температура, відносна вологість, швидкість руху повітря в залежності від:
 - теплової характеристики виробничого приміщення.
 - категорії робіт за ступенем тяжкості.
 - періоду року
- **Робоча зона** - це простір над рівнем підлоги або майданчика, на якому знаходяться місця постійного або тимчасового перебування працюючих заввишки до 2 м.
- Важкість праці визначається, в основному, фізичним навантаженням на організм при праці, що вимагає переважно м'язових зусиль і енергетичного забезпечення



Період року

- **Холодний період року** - період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює $+10^{\circ}\text{C}$ і нижче.
- **Теплий період року** - період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря вище $+10^{\circ}\text{C}$.
- Середньодобова температура зовнішнього повітря - середня величина температури зовнішнього повітря, виміряна в певні години доби через однакові інтервали часу. Вона приймається за даними метеорологічної служби.

Категорії робіт



- Категорія робіт - розмежування робіт за важкістю на основі загальних енерговитрат організму.
- Легкі фізичні роботи (категорія I) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії становить 105-140 Вт (90-120 ккал / ч.) - Категорія Ia і 141-175 Вт (121-150 ккал / ч.) - Категорія Ib. До категорії Ia належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичної напруги. До категорії Ib належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою і супроводжуються деяким фізичним напруженням.

Категорії робіт



- Фізичні роботи середньої важкості (категорія ІІ) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії становить 176-232 Вт (151-200 ккал / ч.) - Категорія ІІа і 233 - 290 Вт (201-250 ккал / ч.) - Категорія ІІ Б. До категорії ІІа належать роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження. До категорії ІІб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів і супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Категорії робіт



- Важкі фізичні роботи (категорія III) охоплюють види діяльності, при яких виграти енергії становлять 291-349 Вт (251-300 ккал / ч.).
- До категорії III належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.

Період року	Категорія робіт	Температура, °С					Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Допустима				Оптимальна	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більше ніж	Оптимальна, не більше ніж	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних
			Верхня межа		Нижня межа					
			на робочих місцях							
постійних	непостійних	постійних	непостійних							
Холодний	Легка — Іа	22—24	25	26	21	18	40—60	75	0,1	Не більше ніж 0,1
	Легка — Іб	21—23	24	25	20	17	40—60	75	0,1	Не більше ніж 0,2
	Середньої важкості — Іа	18—20	23	24	17	15	40—60	75	0,2	Не більше ніж 0,3
	Середньої важкості — Іб	17—19	21	23	15	13	40—60	75	0,2	Не більше ніж 0,4
	Важка — ІІ	16—18	19	20	13	12	40—60	75	0,3	Не більше ніж 0,5
Теплий	Легка — Іа	23—25	28	30	22	20	40—60	55 (при 28 °С)	0,1	0,1—0,2
	Легка — Іб	22—24	28	30	21	19	40—60	60 (при 27 °С)	0,2	0,1—0,3
	Середньої важкості — Іа	21—23	27	29	18	17	40—60	65 (при 26 °С)	0,3	0,2—0,4
	Середньої важкості — Іб	20—22	27	29	16	15	40—60	70 (при 25 °С)	0,3	0,2—0,5
	Важка — ІІ	18—20	26	28	15	13	40—60	75 (при 24 °С)	0,4	0,2—0,6

інтенсивність теплового опромінення робітників від нагрітих поверхонь технологічного обладнання не повинна перевищувати:

35 Вт / м² - при опроміненні понад 50% поверхні тіла людини;

70 Вт / м² - більше 25%;

100 Вт / м² - при опроміненні не більше 25% поверхні тіла



Заходи з оздоровлення повітряного середовища

- Удосконалення технологічних процесів (виключення необхідності інтенсивного нагріву матеріалів, застосування замкнутих технологічних циклів)
- Підвищення технологічності матеріалів
- Заміна шкідливих речовин менш шкідливими.
- Автоматизація та дистанційне управління технологічних процесів.
- Раціональна вентиляція опалення і кондиціонування повітря у виробничих приміщеннях.
- Контроль стану повітряного середовища і перевірка на відповідність норми
- Раціональний режим праці та відпочинку.
- Використання засобів індивідуального захисту.
- Застосування технологічних процесів і обладнання, що виключають утворення шкідливих речовин або надходження їх в робочу зону.





Вентиляції та кондиціонування повітря. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ

- Вентиляція (від лат. Ventilatio - провітрювання) - процес видалення відпрацьованого повітря з приміщення і заміна його зовнішнім. У необхідних випадках при цьому проводиться: кондиціювання повітря, фільтрація, підігрів або охолодження, зволоження або осушення, іонізація і т. д.
- Вентиляція забезпечує санітарно-гігієнічні умови (температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря і чистоту повітря) повітряного середовища в приміщенні, сприятливі для здоров'я і самопочуття людини, що відповідають вимогам санітарних норм, технологічних процесів, будівельних конструкцій будівель, технологій зберігання і т. Д.



Типи вентиляційних систем

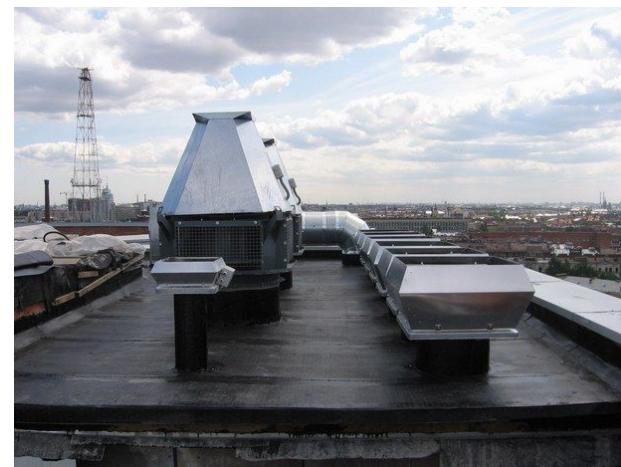
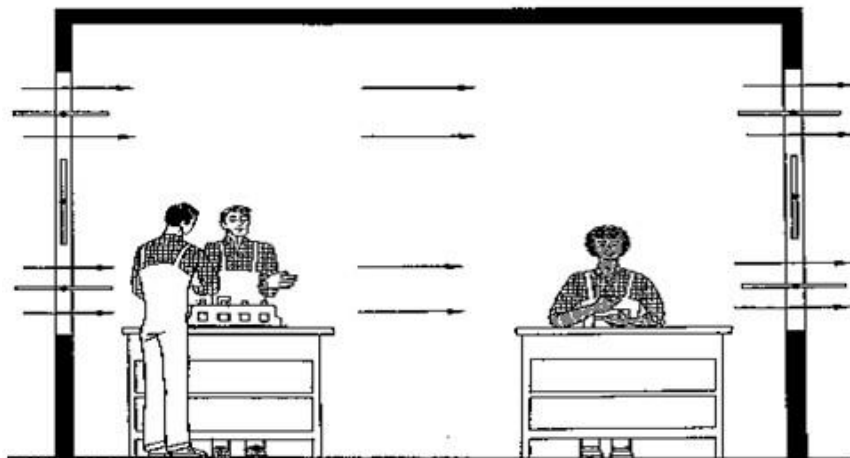
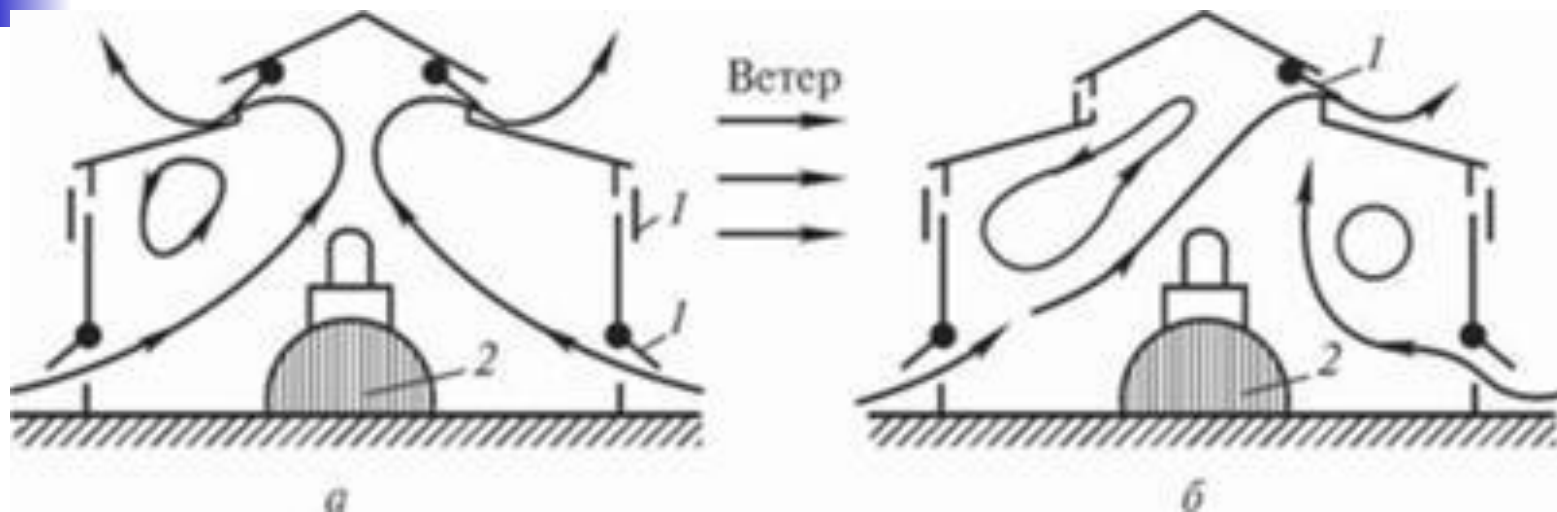
- **Вентиляційна система** - сукупність пристроїв для обробки, транспортування, подачі і видалення повітря. Системи вентиляції класифікуються за такими ознаками:
- За способом створення тиску і переміщення повітря: з природним і штучним (механічним) спонуканням
- За призначенням: припливна і витяжна
- За способом організації повітрообміну: загальнообмінні, місцеві, аварійні, протидимні
- За конструктивним виконанням: каналні і безканалні
- За кількістю повітря на людину на годину. Приміром, у бомбосховищі - не менше $2,5 \text{ м}^3 / \text{год}$, в офісному приміщенні - не менше 20 м^3 на годину



Типи систем за способом спонукання руху повітря

- Природна вентиляція
- При природній вентиляції повітрообмін здійснюється через різницю тиску зовні і всередині будівлі.
- Під неорганізованою природною системою вентиляції розуміється повітрообмін в приміщенні, що відбувається за рахунок різниці тисків внутрішнього і зовнішнього повітря і дій вітру через нещільності огорожувальних конструкцій, а також при відкриванні кватирок, фрамуг і дверей.
- Організованої природною вентиляцією називається повітрообмін, що відбувається за рахунок різниці тисків внутрішнього і зовнішнього повітря, але через спеціально влаштовані припливні і витяжні отвори, ступінь відкриття яких регулюється. Для створення зниженого тиску у вентиляційному каналі може використовуватися дефлектор.

Природна вентиляція





Типи систем за способом спонукання руху повітря

- **Механічна вентиляція**

- При механічній вентиляції повітрообмін відбувається за рахунок різниці тиску, створюваної вентилятором або ежектором. Цей спосіб вентиляції більш ефективний, так як повітря попередньо може бути очищений від пилу і доведений до необхідної температури і вологості. У механічних системах вентиляції використовуються такі прилади та обладнання, як: вентилятори, електродвигуни, повітрянагрівачі, шумоглушители, пиловловлювачі, автоматика та ін., що дозволяють переміщати повітря у великих просторах. Такі системи можуть подавати і видаляти повітря з локальних зон приміщення в необхідній кількості, незалежно від зміни умов навколишнього повітряного середовища. При необхідності повітря піддають різним видам обробки (очищенню, нагріванню, зволоженню і т.д.), що практично неможливо в системах природної вентиляції. Витрати електроенергії на їх роботу можуть бути досить великими.

Типи систем за призначенням

- Припливна
- Припливної системою вентиляції називається система, що подає у приміщення певну кількість повітря, який може підігріватися в зимовий період і охолоджуватися в літній.
- Витяжна вентиляція
- Витяжна вентиляція служить для видалення з приміщення відпрацьованого повітря.
- Припливно-витяжна





Типи систем за способом організації повітрообміну

- **Загальнообмінна вентиляція**

- Загальнообмінна система вентиляції передбачається для створення однакових умов і параметрів повітряного середовища (температури, вологості і рухливості повітря) у всьому обсязі приміщення, головним чином в його робочій зоні (1,5-2,0 м від підлоги), коли шкідливі речовини поширюються по всьому об'єму приміщення і немає можливості (або немає необхідності) їх вловити в місці утворення.

- **Місцева вентиляція**

- Місцевою вентиляцією називається така, при якій повітря подають на певні місця (місцева припливна вентиляція) і забруднене повітря видаляють тільки від місць утворення шкідливих виділень (місцева витяжна вентиляція).



Типи систем за способом організації повітрообміну

■ **Аварійна вентиляція**

- Аварійна система вентиляції встановлюється в приміщеннях, де можливий несподіваний викид надзвичайно небезпечних шкідливих речовин у кількостях, що значно перевищують ГДК, з метою їх швидкого видалення. Аварійна вентиляція необхідна для видалення газу в приміщеннях з газовим пожежогасінням, для видалення газу після роботи системи.

■ **Протидимний вентиляція**

- Протидимний система вентиляції встановлюється у виробничих будівлях, де застосовуються технології з підвищеною пожежонебезпекою, і служить для забезпечення евакуації людей. За допомогою цієї системи подається необхідна кількість повітря, що перешкоджає поширенню диму в приміщенні. Система працює в початковій стадії пожежі.

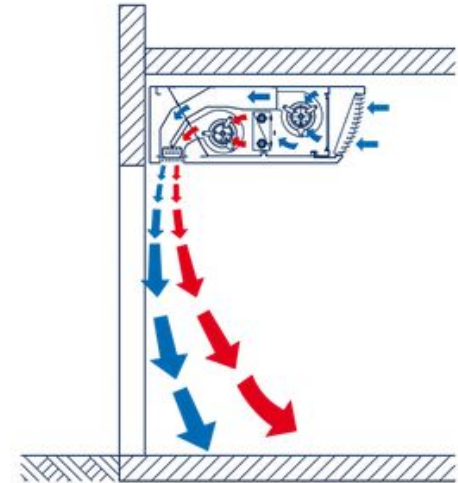


Механічна вентиляція



Місцева припливна вентиляція

- **Повітряно - теплові завіси** це вентиляційні агрегати, які призначені для захисту від:
 - вторгнення комах;
 - проникнення пилу;
 - попадання вихлопних газів з вулиці;
 - гарячих, холодних потоків повітря.
- Теплові завіси захищають дверний отвір і служать додатковим джерелом тепла для підтримки температури в зоні входу навіть при відкритих дверях. Завіси ефективно використовуються в приміщеннях, де існує підвищений рух людей або транспортних засобів.



Місцева витяжна вентиляція

- Витяжні шафи



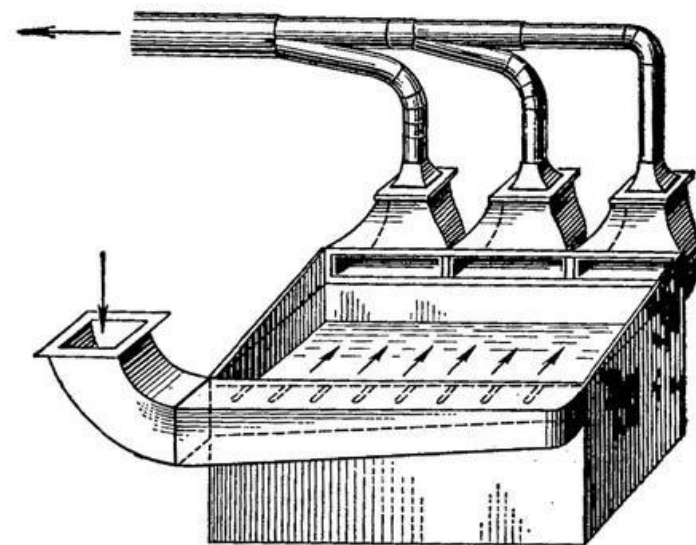
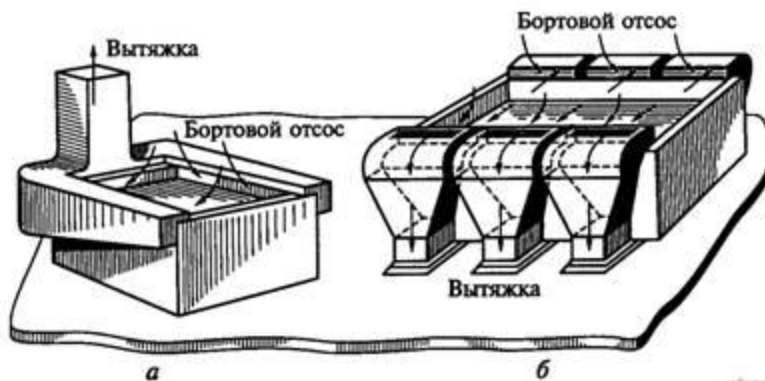
Місцева витяжна вентиляція

- ВИТЯЖНИЙ ЗОНТ



Місцева витяжна вентиляція

- Бортові відсмоктувачі





Розрахунок механічної вентиляції

За кількістю працюючих у приміщенні. Метод використовується при концентрації шкідливих речовин у приміщенні в межах ГДК і незначних тепловиділень.

$$L = l \cdot n$$

де l - мінімальна необхідна передача повітря на одного працюючого приймається за санітарними нормами при обсязі на 1 робоче місце до 20 м³, то ($L = 30$ м³ / год), якщо більше 20 м³, то $L = 20$ (м³ / год)

n - кількість працюючих у приміщенні.



Розрахунок механічної вентиляції

- За кількістю шкідливих речовин надходять у повітряно робочі зони:
- Продуктивність м³ / ч визначається за формулою

$$L = \frac{\Psi \cdot U}{k_1 - k_2}$$

- де Ψ - коефіцієнт враховує нерівномірність поширення шкідливих речовин в робочій зоні.
- U - кількість шкідливих речовин у повітрі робочої зони
- k_1 - допустима концентрація шкідливих виділень в повітрі робочої зони (мг / м³)
- k_2 - допустима концентрація шкідливих виділень в припливному повітрі (мг / м³)



Розрахунок механічної вентиляції

- За виділенням надлишкового тепла

-

$$L = \frac{Q}{c \cdot \gamma (t_y - t_n)}$$

- де Q - інтенсивність тепловиділень в приміщенні (кДж / год)
- С - питома теплоємність повітря (кДж / кг * К)
- γ - щільність припливного повітря (кг / м³)
- t_y - температура повітря, що видаляється (К)
- t_n - температура припливного повітря (К)



Розрахунок механічної вентиляції

- За надлишком вологи:

$$L = \frac{W}{d_y - d_n}$$

- де W - інтенсивність вологовиділень в приміщенні
- d_y - вологість повітря, що видаляється (мг / м³)
- d_n - вологість припливного повітря (мг / м³)

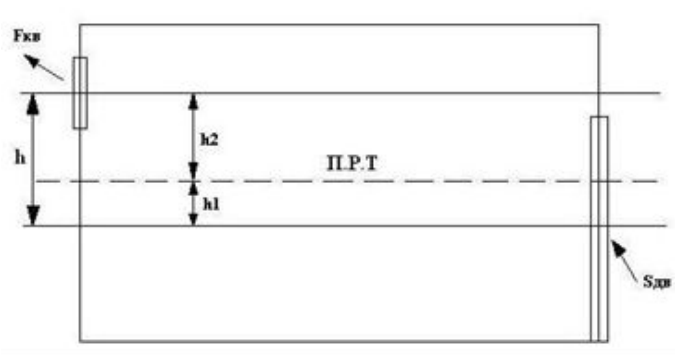


Розрахунок механічної вентиляції

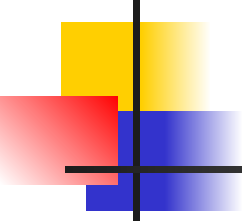
- Метод визначення повітрообміну по кратності застосовується для орієнтовних розрахунків (інспекторський метод):
 - $$L = V \times K$$
 - де V - об'єм приміщення, м³;
 - K - кратність повітрообміну, показує кількість змін повітря в приміщенні протягом години

Розрахунок природної вентиляції

- При аерації природний обмін повітря в будівлях здійснюється за рахунок теплового тиску.



- Схема утворення теплового тиску
- Якщо об'єм робочого приміщення, що припадає на кожного працівника, менше 20 м^3 , необхідний повітрообмін повинен складати не менше $L' = 30 \text{ м}^3/\text{год}$ на одну особу. При об'ємі 20 м^3 і більше на одного працівника повітрообмін повинен складати не менше $L' = 20 \text{ м}^3/\text{год}$. При об'ємі 40 м^3 і більше на одного працівника за наявності в приміщенні вікон та дверей повітрообмін не лімітується.

- 
-
- Необхідний повітрообмін L_H , м³/год, обчислюється за формулою

$$L_H = L \cdot n$$

-
- де n - кількість працівників у найбільш чисельній зміні, а для офісних приміщень з урахуванням можливих відвідувачів.

- Фактичний повітрообмін L_ϕ , м³/год, обчислюється за формулою

$$L_\phi = F_{\text{кв}} \cdot V_n \cdot \mu \cdot 3600$$

-
- де $F_{\text{кв}}$ - площа квартирки, через яку буде виходити повітря, м²;
- V_n - швидкість виходу повітря через квартиру, м/с
- μ – коефіцієнт витрати повітря;

- Швидкість виходу повітря через кватирку, м/с, можна розрахувати за формулою

$$v_{\text{в}} = \sqrt{\frac{2g \cdot \Delta H_2}{\gamma_{\text{в}}}}$$

- де g – прискорення вільного падіння, $g=9,8$ м/с²;
- ΔH_2 – тепловий напір, під дією якого буде виходити повітря з кватирки, кг/м²:

$$\Delta H_2 = h_2 \cdot (\gamma_3 - \gamma_{\text{вн}}),$$

- де h_2 – висота від площини однакових тисків до центра кватирки

$$h_2 = \frac{h \cdot S_{\text{дв}}^2}{F_{\text{вн}}^2 + S_{\text{дв}}^2}$$

- 
-
- γ_z та $\gamma_{вн}$ – відповідно об'ємна вага повітря зовні та з середини приміщення, кг/м³.

- Об'ємна вага визначається за формулою

$$\gamma = 0,465 \cdot \frac{P_6}{T}$$

- де P_6 – барометричний тиск, мм рт.ст., в розрахунках береться таким: $P_6 = 750$ мм рт.ст.;

- T – температура повітря у градусах Кельвіна.

- Для відділу, в якому виконується легка робота відповідно до ГОСТу 12.1.005-88 для теплого періоду року, температура повітря повинна бути не вище +28°C, або $T = 301$ К, для холодного періоду року відповідно $t = 17^\circ\text{C}$, або $T = 290$ К.

- Для повітря зовні приміщення температура визначається за СНиП 2.04.05-91: для теплого періоду: $t = 24^\circ\text{C}$, $T = 297$ К;

- для холодного періоду: $t = -11^\circ\text{C}$, $T = 262$ К.