



**Міністерство освіти і науки України**

**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет мехатроніки та інжинірингу**

**Кафедра тракторів і автомобілів**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ»**

**для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної  
та заочної форм навчання зі спеціальності 274 Автомобільний  
транспорт**

**Харків**

**2023**

**Міністерство освіти і науки України**  
**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет мехатроніки та інжинірингу**

**Кафедра тракторів і автомобілів**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**  
**З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ»**

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 274 Автомобільний транспорт

Затверджено рішенням Методичної ради  
ФМІ ДБТУ  
Протокол № 4 від 04.05.2023 р.

Харків

2023

**УДК 656.131:6**

Схвалено на засіданні кафедри тракторів і автомобілів  
протокол № 9 від 25.04.2023 р.

**Конспект лекцій з навчальної дисципліни Енергозбереження автосервісних підприємств** для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальностей, 274 Автомобільний транспорт. Харків. ДБТУ; уклад.: О.В. Єсіпов, С.О. Поляшенко.

– Харків: [б. в.], 2023.–96 с.

Конспект лекцій з навчальної дисципліни «**Енергозбереження автосервісних підприємств**» розроблено відповідно до початкової програми. Висвітлено основні закони перетворення енергії за закономірності перебігу процесів взаємного перетворення теплоти та роботи; основи теорії тепло – та масообміну; конструкції та основи експлуатації теплотехнічного устаткування, яке використовується в автосервісних підприємствах; теоретичні основи проектування системи теплопостачання автосервісних підприємств

**Рецензенти:**

Кунденко М.П., доктор технічних наук, професор, зав. кафедри теплотехніки (НТУ «Харківський політехнічний інститут»).

**Відповідальний за випуск:** І.О. Шевченко, к.т.н., доцент, зав.каф.

© Єсіпов О.В., 2023  
© ДБТУ, 2023

Харків 2023

## «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ»

**Мета дисципліни:** засвоєння студентами комплексу питань з тепло збереження і енергозбереження будівель: підготовка студентів до самостійної інженерної діяльності з організації технічних заходів, направлених на зменшення витрати паливно-енергетичних ресурсів; до творчого рішення майбутніх завдань підвищення ефективності захисних конструкцій і систем тепло- і водопостачання будівель.

**Завдання:** вивчити основні способи зменшення втрат теплоти захисними конструкціями будівель, системами теплопостачання будівель; способів зменшення витрат енергоресурсів в системах теплопостачання і водопостачання будівель.

## ЛЕКЦІЯ 1.

### **Сучасний енергетичний стан України: енергетичний потенціал, стан енерговикористання, теплозабезпечення, загальні положення енергозбереження.. Основні напрями енерго і ресурсозбереження в автосервісних підприємствах**

#### План

1. Сучасний енергетичний стан України
2. Енергетичний потенціал України
3. Стан енерговикористання
4. Енергозбереження у будівництві і житлово-комунальному секторі
5. Загальна концепція та законодавча база
6. Основні напрями енерго- і ресурсозбереження в автосервісних підприємствах

#### **1. Сучасний енергетичний стан України**

Україна є енергодефіцитною державою і задовольняє свої потреби в різних видах енергоносіїв менше ніж на 50 %; інша частина енергоресурсів імпортується із-за кордону. При цьому загальний стан економіки держави, кризові явища в енергетичній галузі не сприяють поліпшенню становища.

#### **2. Енергетичний потенціал України**

а) Основним органічним енергоносієм у нашій державі є вугілля (кам'яне і буре ).За загальними оцінками в надрах країни може бути зосереджено 300 млрд. т вугілля, чого достатньо на 400 років. Це дає можливість розглядати сучасну вугільну енергетику як пріоритетну, а вугілля – як основний енергетичний ресурс. У розробці та підготовці до освоєння знаходиться 24 млрд. т запасів. Згідно з прогнозами після 2000 р. Обсяг попиту на різноманітні види вугілля складатимуть 170...172 млн. т , в т.ч. для енергетики – 118...120 млн. т

б) Більшість значних родовищ нафти України вичерпані майже до проектного рівня. Згідно з національною програмою “ Нафта та газ України до 2010 року “ передбачається доведення річних обсягів видобутку нафти та конденсату в 2010 р. До 75 млн. т, що значно менше потреб. Початкові запаси – до 1,7 млрд. т, а розвідані запаси нафти 153 млн. т і конденсату – 83 млн. т.

в) Запаси природного газу – до 1120 млрд.  $m^3$  . До 2010 року обсяг річного видобутку – до 35,5 млрд.  $m^3$  . В зв’язку з різким подорожчанням імпортного газу планується збільшення власного видобутку газу.

г) Запасів уранової руди для атомної енергетики достатньо приблизно на 150 років.

д) Запаси сухого торфу – 2,7 млрд.т.

е) Запаси горючих сланців – до 3,7 млрд. т.

ж) Обсяг споживання деревини складає понад 1 млн. т ( в перерахунку на умовне паливо ).

з) Нетрадиційні і відновлювані джерела енергії (ВДЕ ) складають 99,7 млн. т у.п.

За даними на 1998 рік для повного задоволення потреб України в енергоносіях потрібно завозити з-за кордону до 20 млн.т вугілля, 28 млн. т нафти і 70 млрд.  $m^3$  газу.

Згідно з Національною енергетичною програмою України до 2010 р. планується значно зменшити імпорт енергоносіїв. Частка потреб України в природному паливі за рахунок власного видобутку в 2010 р. становитиме 60,2 % , в т.ч. вугілля – 100 %, нафти – 16 %, газу – 43,9 %.

### **3. Стан енерговикористання**

Економіка України надзвичайно енергоємна і марно витратна. Україна є однією з найбільш енерговитратних держав світу. Її частка у світовому споживанні енергії становить біля 1,9 %, в той час як населення становить менше 1 % людства.

Використання ПЕР у суспільному виробництві , житлово-комунальній сфері є надзвичайно мізерним. Нині енергоємність ВВП в Україні більш ніж у

Зрази перевищує енергоємність країн Західної Європи і далі збільшується. так, в середині 90-х років енергоємність ВВП в кг нафтового еквіваленту (к.г. н.е. на дол.. США) в різних країнах становила:

світ в цілому – 0.31	США – 0.34
Європейський Союз – 0.27	Польща – 0.47
Японія – 0.20	Росія – 0.90
Франція – 0.24	Україна – 0.98
Німеччина – 0.25	

Будівельний комплекс (будівлі всі типів: виробничі, житлові, комунальні) є великим споживачем енергії. Так, в Росії він складає 43 % кінцевого споживання енергії, в Україні приблизно 30 % споживаного палива, а в розвинутих зарубіжних країнах – 20...25 %.

Житлово-комунальне господарство ( ЖКГ ) України займає третє місце серед галузей України за обсягами споживання енергоносіїв і перше місце по використанню теплоти. З другого боку воно має величезний потенціал енергозбереження.

На теплопостачання в Україні щорічно витрачається 70...80 млн.т у.п., що складає приблизно 45 % від загального річного обсягу 162...192 млн. т у.п. Але при цьому ще в 1994 році в Україні на теплопостачання житла витрачалося в 2,5...3 рази більше ніж ,наприклад, в Швеції.

Невиправдано великі витрати ПЕР спричинені недостатніми теплозахисними властивостями будівельних конструкцій, наявністю застарілих систем водо- і теплопостачання , практичною відсутністю індивідуальних засобів обліку та систем регулювання енергоспоживання. Непродуктивні втрати теплоти при транспортуванні її від виробника до споживача в окремих видах складають до 40 %.

Отже, для вирішення проблеми ефективного енергозабезпечення важливо не лише поставити чи виробити достатню кількість ПНР, а й по-господарському ( без зайвих витрат ) розпорядитися нею.

#### **4. Енергозбереження у будівництві і житлово-комунальному секторі**

Уся будівельна галузь України до початку економічної кризи (1990 р.) споживала 87,6 млн. т у.п. на рік, з яких 74,4 млн. т (85 %) витрачалось у існуючих будівлях. Таким чином, основні резерви енергозбереження знаходяться в сфері реконструкції об'єктів споживання та виробництва енергії. Із загальної кількості, що витрачається існуючим фондом палива 34,3 % припадає на ТЕЦ, 34 % - на районні котельні, 31,7 – на місцеві теплогенератори. Це паливо витрачається: на опалення – 79,7 %, постачання гарячої води – 19 %, на вентиляцію – 1,3 %.

Основними цілями політики енергозбереження є:

- доведення енергоємності ВВП до сучасного рівня розвинених країн;
- скорочення імпорту газу і нафти;
- значне зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище. Так, коли ми спалюємо паливо, велика кількість забруднюючих часток потрапляє у навколишнє середовище.

Енергозбереження залежить від кожного з нас. Для кожного домо- чи квартирновласника витрати на енергозберігаючі заходи – це економія коштів, бо витрати окуплять себе у короткий термін за рахунок зменшення витрат на енергію. За кордоном при оцінці житла на його вартість впливають поточні витрати на тепло- та електроенергію.

*Практичні поради щодо економії енергії.*

##### **Опалення приміщень:**

1. Підтримуйте нормативну температуру у житлових та побутових кімнатах. В останніх – температура нижче ніж у житлових. Кожен раз, коли температура у приміщенні знижується на 1 градус, економія енергії складає до 8-10 %.
2. Знижуйте витрату тепла вночі, але слідкуйте за вологістю повітря.
3. Не ховайте опалювальні прилади за штори чи за меблі.
4. Не відкривайте вікна на значний період.
5. Утепляйте вікна в опалювальний чи холодний період.



### **Постачання гарячої води:**

1. Економія 50 л води за добу приводить до річної економії біля 100 л мазуту.
2. Мийтеся швидше. Одна ванна потребує 100-150 л води. Витрата води при використанні душу приблизно 8-10 л за хвилину.
3. Крани повинні повністю перекривати воду. Протікаючий кран при малому капанні призводить до втрат до  $7 \text{ м}^3$  води на рік, а там, де краплини слідує одна за одною, – до  $30 \text{ м}^3$  на рік.

### **Споживання електроенергії**

1. Використовуйте освітлювальні прилади там, де є в них потреба. Лампи повинні бути з високим ККД.
2. При використанні електроні печі пам'ятайте про тепло розігріву та охолодження печі. Можна зекономити від 10 до 25 % електроенергії, якщо не включати піч відразу, а після того, як страва для приготування буде поставлена на піч, і виключати її за 5-10 хв. до моменту закінчення приготування.
3. Холодильники та морозильники повинні працювати при достатніх режимах для зберігання продуктів. Так, при температурі у морозильнику  $-18 \text{ C}$ , що забезпечує зберігання продуктів, подальше зниження температури на  $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$  підвищує споживання енергії на 5 %.

### **5. Загальна концепція та законодавча база**

На державному рівні для проведення цілеспрямованої роботи щодо організації дій у сфері енергозбереження на основі Закону України “ Про енергозбереження “ затвердженого Постановою Верховної Ради України від 1 липня 1994 р., постанов КМУ в 1995...1999 роках була розроблена комплексна державна програма України з енергозбереження ( КДПЕ ) на період до 2010 року. Концепція енергозбереження і ресурсозбереження наведена на рис. 1.



Рис.1 Концепція енергозбереження і ресурсозбереження

\* Постанова КМУ № 786 від 15.07.97 р. «Про порядок нормування питомих витрат паливо-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві»;

\*\* Наказ № 101 від 14.11.97 р. «Про проведення паспортизації енергоспоживаючих об'єктів»

Відповідно до названих документів найважливішою ланкою подальшого розвитку ЖКГ має стати зниження витрат на виконання послуг. Економічною основою здійснення цього процесу є енерго- і ресурсозбереження. Вартість ПЕР складає до 75 % теплопостачання, 50 % - водопостачання, 30 % - каналізації, 20 % - утримання будинків та при будинкових територій.

Основні резерви економії ПЕР – у сфері зниження витрат на системи опалення та постачання гарячої води, а також у сфері виробництва та транспортування теплової енергії ( 15...25 % ).

## **6. Основні напрямки енерго- і ресурсозбереження в автосервісних підприємствах**

1)*Економія витрати ресурсів і зниження тепловтрат.*

Вирішення цього завдання пов'язане зі здійсненням комплексу інженерно-технічних заходів , головні з яких є:

*Теплова ізоляція, збільшення термічного опору захисних конструкцій будинків.*

Важливе значення під час будівництва нових об'єктів має використання теплоефективних стінових панелей, перехід на нові конструктивні рішення з урахуванням підвищених вимог у частині опору теплопередачі конструкцій, що їх обгороджують, у процесі будівництва будинків з цегли, з блоків і монолітного залізобетону.

Поряд з утепленням стін новозбудованих споруд важлива роль належить теплоізоляційним роботам з реконструкції будинків старої забудови, пов'язаним з нанесенням на стіни будинків додаткових теплоізоляційних шарів. Не менше значення має підвищення теплозахисту вікон і балконних дверей за сучасними вимогами щодо теплозахисту.

### *Модернізація систем тепло- і водопостачання.*

До основних заходів цього напрямку можна віднести: упровадження там, де це економічно доцільно, децентралізованих джерел теплопостачання; зниження тепловтрат в інженерних мережах шляхом поступового переходу на сучасні трубопроводи, зокрема й на теплові мережі з пінополіуретановою ізоляцією; оптимізацію режимів роботи мереж тепло- і водопостачання через упровадження систем автоматичного керування; оптимізацію процесів горіння в топках котелень і ін.

### *Облік і регулювання споживання енергоресурсів і води.*

Обов'язкове застосування приладів для обліку і регулювання споживання енергоресурсів передбачено Законом України “ Про енергозбереження “ і комплексною програмою енергозбереження.

Аналіз показує, що в більшості випадків фактичне споживання тепла становить 30-60 % від розрахункових навантажень стосовно опалення і гарячого водопостачання.

### *2) Використання нетрадиційних джерел енергії (ВДЕ ).*

Застосування таких джерел можна розглядати як один з перспективних напрямків енерго- і ресурсозбереження.

Використання низькопотенціальної теплової енергії для одержання “зеленого тепла”: геотермальні системи, коли теплота Землі використовується для опалення і гарячого водопостачання ,

сонячні теплові водяні обігрівачі – для гарячого водопостачання ;

сонячні теплові повітряні обігрівачі – перфороване металеве покриття, що монтується на південній стінці будівлі для підігрівання повітря, яке надходить в приміщення; переробка біомаси – найбільш поширена в світі. Біомаса є універсальним джерелом, яке можна використовувати для виробництва електроенергії і тепла, а також для одержання біопалива для транспортних потреб.

За оцінками провідних фахівців протягом найближчих 50 років біомаса може забезпечувати 35...40 % світового енергоспоживання.

Важлива роль у скороченні витрат енергоресурсів належить також теплонасосним установкам, що забезпечують ефективну утилізацію потенційного тепла доквілля, промислових і побутових стоків.

Рентабельним джерелом електроенергії можуть слугувати вітроенергетичні установки. Один такий агрегат потужністю 5...10 квт здатен забезпечити електроенергією середній котедж. На українських заводах освоєно серійне виробництво вітрових установок потужністю 107,5 і 600квт і на їх базі будуються 6 промислових вітрових станцій.

В 2004 р. в Німеччині відбувся всесвітній форум з відновлюваної енергетики. Поставлена задача до 2015 р. забезпечити 1 млрд. людей за рахунок відновлюваних джерел. Вимоги Євросоюзу до майбутніх членів:

12 % ВДЕ в енергетиці країни.

Плани деяких країн використання ВДЕ: Китай планує до 2010 р. досягти 10 % енерговиробництва, Польща - 7,5, Україна - 5 %.

1. Основним органічним енергоносієм України є:
  - а) Нафта;
  - +б) Вугілля;
  - в) Газ.
2. Будівельний комплекс України споживає енергії:
  - +а) 30%;
  - б) 40%;
  - в) 20%.
3. При зниженні температури в приміщенні на 1<sup>0</sup>С, економія енергії складає:
  - а) 3-5%;
  - +б) 8-10%;
  - в) 1-3%.

## ЛЕКЦІЯ 2.

**Основи теплофізики будівель, тепловий режим і розрахункові параметри; теплотехнічні властивості будівельних матеріалів. Теплообмін в приміщенні при стаціонарному режимі. Термічний опір теплопередачі.**

### План

- 1 Тепловий Режим і розрахункові параметри
2. Теплотехнічні властивості будівельних матеріалів
- 3 Густина
4. Об'ємна маса
5. Пористість
6. Вологість
7. Теплопровідність
8. Теплоємність
9. Теплотехнічні вимоги до огорожень
10. Теплообмін через захисні конструкції
11. Теплопередача через одношарову огорожу при стаціонарному тепловому режимі
12. Термічний опір теплопередачі огорожі
13. Термічний опір повітряних прошарків
14. нормативна величина опору теплопередачі

### **1. Тепловий режим і розрахункові параметри**

Для створення комфортних умов проживання людей в житлових будівлях, роботи в громадських і виробничих будівлях, а також для забезпечення високої продуктивності тварин і рослин в відповідних виробничих будівлях і спорудах, необхідний оптимальний мікроклімат.

Основними показниками мікроклімату є температура, вологість середовища, вміст шкідливих газів і швидкість руху повітря в приміщенні. При

цьому має значення сполучення цих параметрів, напр. температуро-вологісний фактор.

Сукупність факторів, які обумовлюють теплові умови в приміщенні, називають тепловим режимом приміщень.

Захисні конструкції захищають приміщення від безпосереднього впливу оточуючої атмосфери. Через них між внутрішнім і зовнішнім середовищем здійснюється постійний тепло-, повітро- і вологообмін. При чому міра впливу зовнішнього середовища на тепловий режим приміщення знаходиться в прямій залежності від якісних показників захисних конструкцій, опору теплопередачі, повітро- і вологопроникності.

Щоб підтримати в приміщеннях необхідний мікроклімат на протязі всього року, крім раціонального вибору матеріалу і товщини зовнішніх огорожень, будівлі обладнують системами опалення, вентиляції і кондиціонування повітря.

Розрахункова внутрішня температура повітря для холодного періоду року повинна відповідати санітарно-гігієнічним вимогам, які пред'являють до даного приміщення. Так, наприклад, житлові і адміністративні будинки, готелі, гуртожитки мають  $t_e = 18^\circ C$ , навчальні заклади, школи, лабораторії, підприємства громадського харчування, клуби –  $16^\circ C$ , магазини –  $15^\circ C$ , кінотеатри –  $14^\circ C$ , дитячі садки, поліклініки, лікарні  $20^\circ C$ , гаражі –  $10^\circ C$ , ремонтні майстерні –  $18-20^\circ C$  і т.д. Розрахункова зимова температура  $t_z$  зовнішнього повітря залежить від кліматичних умов місцевості, де лежить населений пункт. Так, для району Харкова в СН и П П–А.6–76 “Строительная климатология” наведені такі дані:  $P = 99,3кПа$ ,  $t_z = -23^\circ C$ ,  $t_{x.d} = -28^\circ C$ ,  $t_{z.e.} = -11^\circ C$ ,  $t_{o.n.} = -2,1^\circ C$ ,  $t_{piv} = 6,9^\circ C$ ,  $v = 5,0 м/с$  за січень,  $n_{o.n.} = 189$  діб, зона вологості – С (суха).

Таблиця 1

Режим	Відносна вологість внутрішнього повітря при його температурі, °	
	до 12	12...14
Сухий	до 60	до 50
Нормальний	60...75	50...60
Вологий	Більше 75	60...75
Мокрий	–	Більше 75

В холодний і перехідний періоди року, коли температура зовнішнього повітря менше 10<sup>0</sup>С, в обслуговуваній зоні приміщень житлових і громадських будівель відносна вологість не повинна перевищувати 65 %, а швидкість його руху – 0,3 м/с.

Виробничі приміщення також мають свої нормативні параметри внутрішнього повітря.

## 2. Теплотехнічні властивості будівельних матеріалів

Теплозахисні якості захисних конструкцій в значній мірі залежать від теплотехнічних

властивостей матеріалів, з яких вони виготовлені. Величини теплотехнічних показників

будівельних матеріалів визначаються експериментальним шляхом.

## 3. Густина

Густиною називається маса речовини, що знаходиться в одиниці об'єму:

$$\rho = \frac{M}{V}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

де М– маса речовини, кг, V– його об'єм, м<sup>3</sup>

## 4. Об'ємна маса



Об'ємна маса будівельного матеріалу визначає масу матеріалу, яка знаходиться в одиниці його об'єму в природному стані.

$$\rho_0 = \frac{M_1}{V_1}, \text{ кг/м}^3,$$

де  $M_1$  – маса матеріалу, кг.  $V_1$  – його об'єм,  $\text{м}^3$ .

Об'ємна маса будівельних матеріалів коливається в межах від 20 (міпора) до  $3100 \text{ кг/м}^3$

(баритовий бетон).

## 5. Пористість

Пористість матеріалу визначає міру заповнення його об'єму порами і визначається

із виразу:

$$P = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right) \cdot 100 \%$$

Пористість, наприклад, силікатних матеріалів коливається в межах від 0 до 75 %.

Полімери можуть мати пористість до 90 %.

Об'ємна маса і пористість впливають на величину коефіцієнта теплопровідності.

## 6. Вологість

Вологість визначає вміст в матеріалі хімічно вільної води. Майже всі будівельні матеріали містять ту чи іншу кількість вологи, яка впливає на теплозахисні якості огороження. Вологість матеріалу виражається відносними величинами за масою або об'ємом.

$$\text{Вологість за масою: } W_m = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \cdot 100, \%$$

де  $M_1$  і  $M_2$  – маса вологого і сухого матеріалу, кг.

Об'ємна вологість:  $W_0 = \frac{V_1}{V_2} \cdot 100, \%$ ,

де  $V_1$  – об'єм води, яка міститься в матеріалі,  $V_2$  – об'єм сухого матеріалу

## 7. Теплопровідність

Теплопровідність будівельних матеріалів характеризується коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda$ , який для будівельних матеріалів коливається в межах  $0,024 \dots 4,5 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$ .

Він визначається дослідним шляхом і обумовлюється об'ємною масою, вологістю, температурою і структурою речовини. Для більшості матеріалів із збільшенням об'ємної маси, вологості і температури величина коефіцієнта теплопровідності зростає. У матеріалів з неоднорідною структурою в різних напрямках (анізотропних)  $\lambda$  залежить від напрямку теплового потоку по відношенню до поверхні матеріалу або структурним елементам.

Наприклад, коефіцієнт теплопровідності сосни в напрямі теплового потоку впоперек волокон дорівнює  $0,2$ , а вздовж –  $0,25 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$

## 8. Теплоємність

Теплоємність матеріалу характеризується питомою масовою теплоємністю. Питома

теплоємність будівельних матеріалів коливається в межах від  $0,2$  (бетон) до  $0,7$  (дерево)

$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$ . Із збільшенням вологості теплоємність будівельних матеріалів збільшується.

## 9. Теплотехнічні вимоги до огорожень

Теплотехнічні властивості огорожень повинні забезпечувати необхідний температурний режим в приміщенні, допустиме коливання температури внутрішньої поверхні при температурних змінах зовнішнього повітря. Крім того, температура внутрішньої поверхні захисної конструкції не повинна

викликати в людини почуття холоду, а також сприяти конденсації вологи, яка призводить до вогкості і руйнуванню окремих шарів.

Захисні конструкції повинні також в достатній мірі мати опір повітропроникненню, тому що проникнення зовнішнього холодного повітря через матеріал конструкції

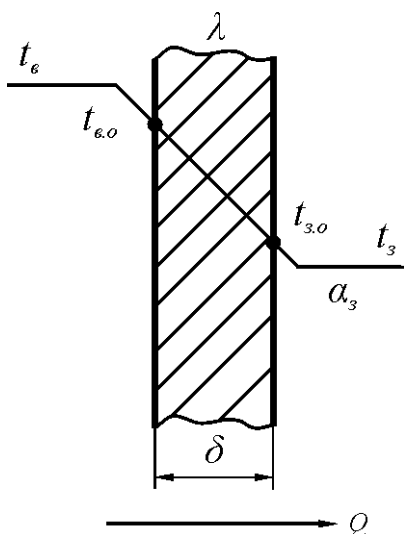
знижує її теплозахисні властивості. Матеріал і конструкція огороження вибирається так, щоб в товщі його при експлуатації не утворювалась волога, яка погіршує теплозахисні і санітарно-гігієнічні якості огороження.

### 10. Теплообмін через захисні конструкції.

Теплові потоки, які проникають через огороження, поділяються на стаціонарні і нестаціонарні. Стаціонарні не змінюються в часі при сталій температурі огороження. Дійсні умови теплопередачі відрізняються від стаціонарного режиму. Однак практичний розрахунок стаціонарних теплових потоків дає достатню точність, яка і приймається при проектуванні.

### 11. Теплопередача через одношарову огорожу при стаціонарному тепловому режимі.

Розглянемо процес теплопередачі через елемент захисної конструкції із однорідного матеріалу товщиною  $\delta$  м. (рис.2)



Даний елемент стикується з повітрям приміщення і з зовнішнім повітрям. В холодний час року  $t_e > t_s$  і тепловий потік направлений від  $t_e$  до  $t_s$ . В теплий час  $t_s > t_e$  і тепловий потік направлений в середину приміщення. Розглянемо випадок теплопередачі для зимового періоду. При проходженні теплового потоку через огорожу

теплота повітря приміщення сприймається внутрішньою поверхнею,

проходить через товщу огорожі і віддається зовнішньому повітрю. Таким чином, весь процес теплопередачі складається з трьох етапів: а) сприйняття теплоти внутрішньою поверхнею від повітря приміщення, Рис.2

а) Сприйняття теплоти внутрішньою поверхнею.

б) передачі теплоти (теплопровідності) через товщу огорожі; в) віддачі теплоти зовнішньою поверхнею навколишньому зовнішньому повітрю.

Внутрішня поверхня огорожі сприймає теплоту від внутрішнього повітря конвекцією і

випромінюванням від внутрішніх огорожі, людей, предметів, тварин і ін.

Тепловий потік сприйняття в цьому випадку:

$$Q = \alpha_K F(t_g - t_{g.o.}) + \alpha_R F(t_R - t_g),$$

де  $\alpha_K$  і  $\alpha_R$  – коефіцієнти тепловіддачі конвекцією і випромінюванням (радіацією);

F – площа поверхні теплопередачі,  $m^2$

Різниця температур  $t_R - t_g$  для різних приміщень має різне значення. Так, для зовнішніх захисних конструкцій житлових і адміністративних приміщень вона становить  $2...4$  °C і радіаційною складовою теплового потоку нехтують. Тоді:

$$Q_g = \alpha_g F(t_g - t_{g.o.}), \text{ Вт}$$

де  $\alpha_g$  – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні.

При розрахунку теплового потоку  $Q_g$  для тваринницьких ферм нехтувати його радіаційною частиною не можна, оскільки тварини є інтенсивним джерелом випромінювання. Різниця температур між внутрішнім повітрям і тваринами може досягати  $10...20$  °C.

б) Теплопровідність стінки огорожі

Згідно закону Фур'є кількість теплоти, що проходить через матеріал огорожі за 1 с прямо пропорційна різниці температур на поверхнях стінки і обернено пропорційна її товщині:

$$Q_m = \frac{\lambda}{\delta} F(t_{6.o.} - t_{3.o.}), \text{ Вт}$$

Для багат шарової стінки ця величина дорівнює:

$$Q_m = \sum \sum \frac{\lambda_i}{\delta_i} F(t_{6.o.} - t_{3.o.}),$$

де  $\lambda_i, \delta_i$  – коефіцієнт теплопровідності і товщина, м, окремих шарів.

### в) Тепловіддача зовнішньої поверхні

Зовнішня поверхня огорожі віддає теплоту в навколишній простір конвекцією і випромінюванням: до зовнішнього повітря теплота переходить конвекцією, а до навколишніх поверхонь – випромінюванням. Тепловий потік тепловіддачі зовнішньої

поверхні дорівнює:

$$Q_3 = \alpha_3 F(t_{o.3.} - t_3), \text{ Вт}$$

де  $\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні.

При стаціонарному тепловому режимі  $Q_6 = Q_m = Q_3$ .

Тоді тепловий потік теплопередачі через огорожу дорівнює:

$$Q_0 = \frac{F(t_6 - t_3)}{R_0}$$

Знаменник в цьому виразі має назву термічний опір теплопередачі огорожі:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_3}, \frac{\text{ м}^2 \cdot \text{град}}{\text{ Вт}}$$

## 12. Термічний опір теплопередачі огорожі

Термічний опір теплопередачі визначає величину температурного тиску між внутрішнім і зовнішнім повітрям, при якому  $1 \text{ м}^2$  внутрішньої або зовнішньої поверхні за 1с передає 1Дж теплоти. Величина  $R_d = \frac{1}{\alpha_6}$  наз.

термічним опором теплосприйняття внутрішньої поверхні,  $R_3 = \frac{1}{\alpha_3}$  – термічним опором тепловіддачі зовнішньої поверхні, а  $R_\lambda = \frac{\delta}{\lambda}$  – термічним опором теплопровідності матеріалу стінки огорожі.

Таким чином, термічний опір теплопередачі через стінку огорожі дорівнює сумі термічних опорів теплосприйняття внутрішньої стінки, тепловіддачі зовнішньої стінки і термічного опору теплопровідності самої стінки (для багат шарової стінки – сумі термічних опорів теплопровідності окремих шарів стінки).

Коефіцієнти  $\alpha_6$  і  $\alpha_3$  визначені і перевірені досвідом і в залежності від конструкції і розташування стінок мають такі значення: для внутрішніх поверхонь  $\alpha_6 = 7...8,7$ , а для зовнішніх  $\alpha_3 = 11,5...23 \text{ Вт} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{град}}$ .

1. Економія 50л води за добу приводить до річної економії:
  - а) 1000кг вугілля;
  - б) 5 м<sup>3</sup> газу;
  - +в) 100 л мазути.
2. Використання низько потенціальної теплової енергії відбувається в:
  - +а) Теплових насосах;
  - б) Енергетичних теплових станціях;
  - в) Гідроенергетиці.

### 13. Термічний опір повітряних прошарків

В склад багат шарових огорож часто включають замкнуті повітряні прошарки, які підвищують опір теплопередачі, тому що коефіцієнт теплопровідності повітря має низьке значення ( при  $t \approx 20^0 \text{ C}$   $\lambda_n \approx 0,025 \text{ Вт} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{град}}$ ).

Величина термічного опору замкнутих повітряних прошарків в зовнішніх огорожах  $R_{n,n}$  залежить від їх товщини, розташування і напрямку теплового

поток. Так, при товщині прошарку 10...300 мм  $R_{n,n}$  для горизонтальних прошарків при потоці теплоти знизу вверху і вертикальних прошарків взимку  $R_{n,n} = 0,2... 0,255$ , а для горизонтальних прошарків при потоці теплоти зверху вниз –  $0,21...0,325 \frac{м \cdot ^2 \cdot град}{Вт}$ .

Із приведених даних видно, що збільшення товщини повітряного прошарку не дає істотного підвищення його термічного опору. Це пояснюється так. Передача теплоти повітряним прошарком відбувається теплопровідністю, конвекцією і випромінюванням. Із збільшенням товщини прошарку зростає доля конвекції. Конвективний коефіцієнт тепловіддачі росте, а термічний опір зменшується. Тому при конструкції стінки з повітряними прошарками треба віддати перевагу декільком тонким шарам, ніж одному товстому.

#### **14. Нормативна величина опору теплопередачі.**

Формули термічного опору теплопередачі для одношарової і багатошарової захисних конструкцій дають можливість визначити міру теплозахисних якостей огорож. Щоб оцінити одержаний при розрахунку опір теплопередачі, необхідно порівняти його з нормативним.

В основу нормування величини опору теплопередачі огорожі покладено обмеження теплових втрат в зимовий період і підтримання такої температури внутрішньої поверхні, яка б не викликала в людини інтенсивного радіаційного охолодження, а на самій внутрішній поверхні не утворювався б конденсат.

Конденсат з'являється в тому випадку, коли температура внутрішньої поверхні стінки  $t_{e.o.}$  стає нижче температури точки роси  $t_p$ . Щоб уникнути цього явища, необхідно обмежити перепад температур між внутрішнім повітрям і внутрішньою поверхнею стінки

$$\Delta t^n = t_g - t_{e.o.}, \text{ який нормується.}$$

Опір теплопередачі, який відповідає вказаним умовам, має назву потрібного термічного опору теплопередачі.

Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стінок полягає у визначенні такого загального термічного опору теплопередачі, який був би не менший за потрібний термічний опір, підрахований на підставі санітарно-гігієнічних і комфортних умов і умов енергозбереження.

Потрібний термічний опір теплопередачі, який відповідав би цим умовам, знаходять

за формулою

$$R_{заг}^{номр} = \frac{(t - t_н) n}{\Delta t^n \alpha_g}, \frac{м^2 \cdot град}{Вт}$$

де  $n$  – коефіцієнт, який приймається залежно від положення зовнішньої поверхні огорожі

відносно зовнішнього повітря:  $n=0,4...1,0$ .

Загальний термічний опір теплопередачі обчислюється за вище наведеною формулою:

$$R_{заг} = R_0.$$

Порівнявши значення загального термічного опору теплопередачі  $R_{заг}$  до потрібного

$R_{заг}^{номр}$  :  $R_{заг} = R_{заг}^{номр}$ , знаходять товщину стінки або визначають конструкцію багатошарової стінки.

### ЛЕКЦІЯ 3.

**Енергозберігаючі захисні конструкції будівель: сучасний стан, задачі теплозахисту, нормативний термічний опір теплопередачі, основні конструктивно-ізоляційні і ізоляційні матеріали. Конструктивні і технологічні рішення теплозахисту стін.**

План

1. Сучасний стан
2. Аналіз енергоспоживання



- 3 Градусо – доби
4. Задачі теплозахисту
5. Основні конструкційно-теплоізоляційні та ізоляційні будівельні матеріали

## 1. Сучасний стан

Уся будівельна галузь України споживала до початку економічної кризи (1990 р.) 87,6 млн. т.у.п. на рік (витрати на теплопостачання будівель ) або 29,2 % від всієї потреби , з яких 74,4 млн. (85%) витрачалось у існуючих будовах. Таким чином, основні резерви енергозбереження знаходяться в сфері реконструкції об'єктів споживання та виробництва енергії. Із загальної кількості, що витрачається існуючим фондом палива, 34,3 % припадає на ТЕЦ, 34% – на районні котельні, 31,7 % – на місцеві теплогенератори. Це паливо витрачається : на опалення – 79,7 %, постачання гарячої води – 19%, на вентиляцію – 1,3 %. При цьому втрати при виробництві та транспортування теплової енергії досягають 15...25 %.

Витрати на опалення в Росії складають: для багатоквартирного будинку  $350...600 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$  на рік, одно сімейного – 600...800. В той час як ФРН –260, в Швеції і Фінляндії – 135. В Україні в 1994 р. на теплопостачання житла витрачалось в 2,5...3 рази більше, ніж в Швеції(мабуть, насправді, ще більше).

З наведених прикладів видно, що основні резерви економії паливних ресурсів – у сфері зниження витрат на системи опалення та гарячого водопостачання, а також у сферах виробництва та транспортування енергії.

У зв'язку з необхідністю зниження витрат енергоресурсів при експлуатації будівель наказом Міністерства України в справах будівництва та архітектури в грудні 1993 р. введені нові нормативи опору теплопередачі зовнішніх захисних конструкцій, що перевищують значення існуючих в 2...2,5 рази.

Якщо ці вимоги застосувати тільки для нового будівництва, залишаючи існуючі будівлі без змін, то до 2010 р. витрати енергії зростуть на 13 %.

Якщо ж поряд з новим будівництвом ці вимоги застосувати для щорічної реконструкції до

2 % існуючого фонду будинків і систем теплопостачання, то до 2010 р. можливо на 25...35% зменшити витрати палива при одночасному введенні біля 15 млн.  $m^2$  житлових та суспільних об'єктів.

Енергозбереження залежить від нас. Крім державної політики енергозбереження залежить від кожного з нас. Для кожного домо- чи квартирновласника витрати на енергозберігаючі заходи – це економія коштів, бо витрати окупають себе у короткий термін за рахунок зменшення витрат на енергію. За кордоном при оцінці житла на його вартість впливають поточні витрати на тепло та електроенергію.

## 2. Аналіз енергоспоживання

Сьогодні у нашому житті енергія витрачається на опалення приміщень, постачання гарячої води, електричні прилади. Потрібно проводити аналіз енергоспоживання житла, що дасть значну економію коштів. У таблиці наведені втрати енергії у житлі за 1 рік.

Джерело енергії	Витрати на 1 $m^2$ опалювальної площі	Гаряча вода на 1 особу
Мазут	10,8 л	102,5 л
Газ	10,4 $m^3$	102,5 л
Централізоване теплопостач.	0,078 Гкал	0,75 Гкал
Електроенергія	90 кВт.год	875 кВт.год

Введення нових нормативів термічних опорів будівельних захищень дасть значне зниження енергоспоживання, зменшення витрат ПЕР і наблизить

наші нормативи опорів теплопередачі до нормативів найбільш розвинених європейських країн.

В таблиці наведено приклад річної економії на  $1\text{ м}^2$  зовнішньої стінки будівлі при підвищенні термічного опору теплопередачі шляхом теплоізоляції.

Ізоляція, мм до	Ізоляція, мм після	Мазут, л	Газ, м <sup>3</sup>	Централізоване тепlopостачання, Гкал
Неізольовані дерев'яні стінки	50	14	13	0,11
	100	16	14	0,12
	200	18	16	0,14
Стіни з легкого бетону	50	5	4,5	0,039
	100	7	6,3	0,055

### 3 Градусо – доби

Нормативні опори теплопередачі приймаються залежно від типу захищення – огорожі і від того, в якій температурній зоні знаходиться будівельний об'єкт. Вся територія України розділена на 4 температурні зони. Температурну зону, в якій знаходиться місто будівництва, можна визначити за кількістю градусо-днів (КГД) опалювального періоду.

$$\text{КГД} = (t_{\text{в}} - t_{\text{о.п.}}) Z_{\text{о.п.}},$$

де  $t_{\text{в}} = 18^{\circ}\text{C}$  розрахункова температура внутрішнього повітря;  $t_{\text{о.п.}}$  - середня температура опалювального періоду;  $Z_{\text{о.п.}}$  - тривалість опалювального періоду, днів.

Якщо розрахункова температура внутрішнього повітря більша (менша)  $18^{\circ}\text{C}$ , то нормовані величини термічних опорів захищень (крім вікон і балконних дверей) необхідно збільшити або зменшити на 5% на кожний градус.

До температурних зон належать географічні пункти України, в яких кількість градусо-днів:

До першої зони – понад 3501 ГД;

До другої зони - 3001-3500 ГД;

До третьої зони – 2501-3000;

До четвертої зони- менше ніж 2500 ГД.

Для місцевості м. Харкова: КГД= (18+ 2,1)189=3799, тобто Харків відноситься до I зони.

Поняття “градусо-доба” треба розуміти так. Існує зовнішня температура повітря, яка називається базовою, вище якої опалення не потрібне, оскільки людям, які знаходяться в будинку, буде достатньо тепло завдяки освітленню, електричному обладнанню, сонячному теплу, яке проникає через вікна, а також теплу, що виділяють люди.

Градусо-добы означають тривалість і величину пониження температури щодо базової, яка для більшості будинків приймається  $8^{\circ}\text{C}$ . Іншими словами, градусо-добы є мірилом суворості погодних умов, де за базовий рівень прийнято температуру  $8^{\circ}\text{C}$ .

Отже, загальний термічний опір захищень  $R_{\text{заг}}$  житлових і громадських будинків при їх проектуванні, реконструкції або капітальному ремонті повинен бути більшим або рівним потрібному термічному опорі  $R_{\text{заг}}^{\text{норм}}$ , визначеному на підставі санітарно-гігієнічних вимог і дорівнювати нормованому термічному опорі:

$$R_{\text{заг}}^{\text{норм}} \leq R_{\text{заг}} = R_{\text{норм}}$$

Харків знаходиться в I зоні. Для нього нормативні термічні опори теплопередачі зовнішніх захищень лежать в межах: нове будівництво-1,6–3, при реконструкції і капітальному ремонті – 2,2– 2,5  $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ . Існуючі  $R= 0,9–1,5$ .

## 4. Задачі теплозахисту

4.1. Створення відповідного комфорту. 1. Комфортні параметри всередині житла: оптимальна температура внутрішнього повітря  $t_e = 20-22^{\circ}\text{C}$ ; мінімальна температура внутрішніх поверхонь стін  $t_{e.o.} = 16-18^{\circ}\text{C}$ , оптимальна  $t_{e.o.} = t_e - 3$  (взимку),  $t_{e.o.} = t_e + 3$  (влітку); температура поверхні підлоги  $t_{nont} = 22-24^{\circ}\text{C}$ , щоб не відбирати у людини теплоту  $t_n > 15-20^{\circ}\text{C}$ , при підложному опаленні  $t_n \leq 25-35^{\circ}\text{C}$ ; відносна вологість повітря  $\varphi = 50..60\%$ ; швидкість руху повітря  $v_{v_{max}} \approx 0,2 \text{ м/с}$ ; теплова інерція стін ( накопичення теплоти): якщо розмістити шар теплоізоляції всередині приміщення – мала теплова інерція, зовні – велика.

2. Економія енергії.

3. Захист навколишнього середовища. При спалюванні палива велика кількість забруднюючих часток потрапляє в навколишнє середовище. Викид  $\text{CO}_2$  здійснюється у всіх процесах спалювання палива. Вуглекислий газ – одна з причин парникового ефекту, що може призвести до зміни клімату. Діоксид сірки  $\text{SO}_2$  сумісно з водяною парою, що є в повітрі, призводить до кислотних дощів, котрі гублять ліс, рослини, витвори архітектури тощо. Взаємодія окислів азоту ( $\text{NO}_2, \text{NO}_3$ ) призводить до утворення азотної кислоти, яка випадає у вигляді кислотних дощів. При збільшенні теплозахисту зменшується кількість спаленого палива, а відповідно, і кількість викидів.

4.2. Фактори, які впливають на теплозахист. 1. Теплоізоляція захисних конструкцій.

2. Теплова інерція захисних конструкцій (стіни, стеля).

3. Розташування окремих шарів в багатошаровій захисній конструкції.

4. Загальний коефіцієнт пропускання вікнами і іншими світло прозорими конструкціями.

5. Відношення площі світло прозорих конструкцій до площі поверхні зовнішніх захисних конструкцій.

6. Географічне положення будівлі.

7. Орієнтація світло прозорих конструкцій відносно сторін світу.

8. Повітрообмін

9. Теплова радіація поверхонь. Так, якщо покрити внутрішню поверхню скла тепловим екраном, він буде відбивати тепловий потік, що потрапляє на вікно, всередину приміщення. Якщо покрити зовнішню поверхню – буде відбивати сонячний тепловий потік. Так само, якщо розмістити тепловий екран – алюмінієву фольгу – між стінкою і нагрівальним приладом системи опалення, то втрати теплоти зменшаться.

Теплові втрати різних типів будинків. Рядова секція блочного будинку: 32%– в димову трубу, 15%– через покрівлю, 15%– через стіни, 19%– через скло і рами вікон, 12%– через нещільності вікон і за рахунок вентиляції (всього через вікна 31%), 7%– через підвал.

Окремо стоячий односімейний будинок: 32%– в димову трубу, 16%– через покрівлю, 18%– через стіни, 28%– через вікна, 6%– через підвал.

## **5. Основні конструкційно-теплоізоляційні та ізоляційні будівельні матеріали**

Техніко-економічний аналіз показує, що найбільш конкурентноздатними є вироби із конструкційно-ізоляційних (тепloeфективні ТЕ) ніздрюватих легких бетонів  $\rho = 500 - 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  – газобетони автоклавного твердіння. При цьому застосовують змішане вапняно-цементне в'язуче, кремнеземний мікрозаповнювач – мелений кварцовий пісок або пісок з добавками техногенних кремнеземовмісних продуктів, різноманітні функціональні добавки неорганічного та полімерного походження. Коефіцієнт теплопровідності таких бетонів лежить в межах  $0,04 - 0,48 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ .

Основні теплоізоляційні матеріали: легкі бетони (керамзитобетон, перлитобетон, шлакобетон, газо- і пінобетон і ін.); “теплі” розчини (цементно-перлитовий, гіпсоперлитовий, поризований і ін.); вироби із дерева і інших

органічних матеріалів(плити деревсно-стружечні, фібролітові, камишітові); мінераловатні і скловолокнисті матеріали (мінераловатні мати, мінераловатні плити м'які, напівжорсткі, жорсткі і підвищеної жорсткості на різних в'язучих, плити із скловолокна), полімерні матеріали

( пінополістирол, пінопласт, пінополіуретан, перлітопластобетон і ін.); піноскло і газоскло і інш.

В теперішній час найбільш ефективними при обладнанні теплозахисту є полімерні матеріали( пінополістирол, пінополіуретан) і вироби із мінеральної вати і скловолокна. Крім того, на ринку заявили зарубіжні високоякісні теплоізоляційні матеріали.

Правила вибору теплоізоляційних матеріалів. В зв'язку з великою кількістю теплоізоляційних матеріалів, які мають різну вартість і коефіцієнт теплопровідності, виникає задача вибору найбільш економічно доцільного матеріалу. Для цього необхідно

знайти вартість  $1\text{м}^2$  утеплювача стосовно будівлі за формулою:

$$C_{\text{онт}} = C_{\text{м}^3} T_{\text{ут}}, \text{ грн} / \text{м}^2,$$

де  $C_{\text{онт}}$  – вартість  $1\text{м}^2$  утеплюваної стінки стосовно до конкретної будівлі;

$C_{\text{м}^3}$  – вартість  $1\text{м}^3$  утеплювача;

$T_{\text{ут}}$  – необхідна товщина утеплювача, м,  $T_{\text{ут}} = R_{\text{дод}} \lambda_{\text{ут}}$ ,

де  $R_{\text{дод}}$  – додатковий опір теплопередачі, на величину якого треба збільшити опір теплопередачі стінки для досягнення сучасних вимог;

$$R_{\text{дод}} = R_{\text{нов}} - R_{\text{стар}},$$

де  $R_{\text{нов}}$  – опір теплопередачі стінки за новими нормами,

$R_{\text{стар}}$  – опір теплопередачі стінки, яку треба утеплити,

$\lambda_{\text{ут}}$  – коефіцієнт теплопровідності утеплювача.

Пінополіуретан має закритопористу структуру і ефективно його використання можливе тільки з внутрішнього боку стінки( в даному випадку пароізоляція не потрібна).

Для утеплення стін опорного житлового фонду найбільш доцільно використовувати теплоізоляційні плити із пінополістиролу, мінеральної вати і скловолокна. Товщину утеплювача необхідно визначати розрахунком, але в середньому вона коливається в межах 50...150 мм.



Рисунок 2 – Утеплення пеноізолом

Утеплення вироблялося методом наплення відкритокомірчастим пінополіуретаном щільністю 10-15 кг/м<sup>3</sup> товщиною 100 мм на стелю зсередини. Пінополіуретан був обраний як найкращий варіант утеплення з найнижчим коефіцієнтом теплопровідності, швидкості виконання робіт і безшовності покриття.

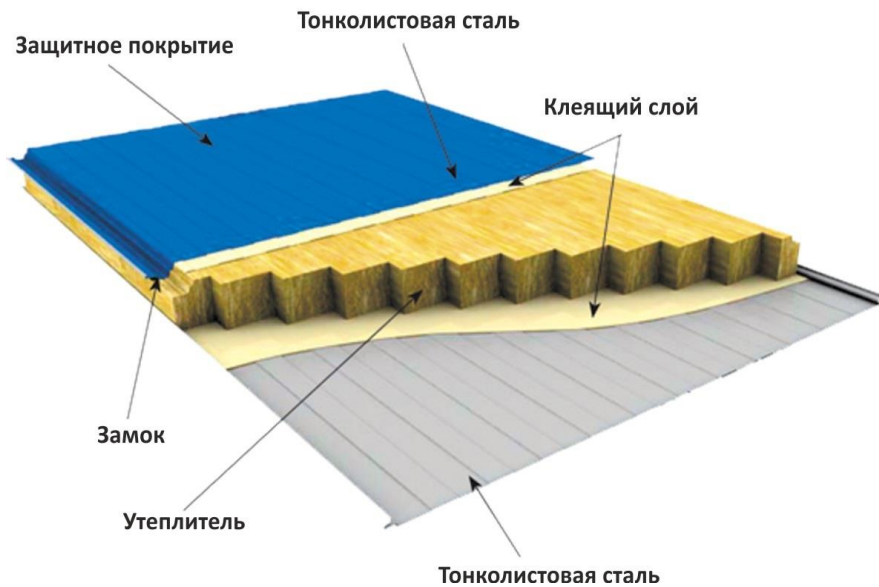
Пеноізол має велику горючість , та його використання не бажане для серісних та офісних приміщень.

## **ПЕРЕВАГИ АВТОСЕРВІСІВ ІЗ СЕНДВИЧ ПАНЕЛЕЙ**





### СТРУКТУРА СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ



Відсутність необхідності закладання потужного фундаменту значно знижує вартість будівництва.

Автосервіс на основі ЛМК із сендвич панелей можна легко демонтувати, упакувати та перевезти в інше місце.

Монтаж здійснюється за кілька робочих днів.

1. Теплові потоки, які проникають через огорожу, поділяються на:
  - +а) Стационарні і не стационарні;
  - б) Відкриті і закриті;
  - в) Ізольовані і не ізольовані
2. Складний процес теплопередачі через одношарову стінку складається з:
  - а) Двух стадій;

- +б) Трьох стадій;
  - в) П'яти стадій.
3. Різниця температури між внутрішнім повітрям і тваринами має досягати:
- а)  $5^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}$ ;
  - +б)  $10^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ ;
  - в)  $0^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$ .
4. Коефіцієнт тепловіддачі позначається:
- а)  $k$ ;
  - б)  $\lambda$ ;
  - +в)  $\alpha$ .

#### ЛЕКЦІЯ 4.

**Перспективні теплозберігаючі рішення при будівництві нових і реконструкції старих станцій технічного обслуговування. Енергозберігаючі вікна. Підлогове опалення.**

##### План

1. Конструктивні і технологічні рішення обладнання теплозахисту стін.  
Сучасний досвід
2. Підвищення термічного опору захищень при реконструкції будинків
3. Конструктивні рішення утеплення зовнішніх стін із цегли при будівництві нових будівель
4. Енергозберігаючі вікна
5. Утеплення підлог на ґрунті
6. Підлогове ( панельно- променисте) опалення
7. Організаційно-технічні заходи щодо економії електроенергії на СТО.

**1. Конструктивні і технологічні рішення обладнання теплозахисту стін. Сучасний досвід**

Основний напрям зниження енерговитрат на опалення будівель полягає в підвищенні термічного опору теплопередачі захисних конструкцій з допомогою теплоізоляційних матеріалів. Обчислено, що  $1\text{ м}^3$  теплоізоляції забезпечує економію 1,4...1,6 т у.п. на рік. Важлива задача – покращення теплозахисних властивостей існуючих будівель за рахунок обладнання додаткової теплоізоляції, виконаної із самих ефективних матеріалів.

### **Складчасті секційні ворота з термічним опором для СТО**



У панелі завтовшки 45мм, теплоізоляція становить  $1,00\text{ м}^2\text{С/Вт}$ , що одно теплоізоляції цегляної стіни товщиною 60 см, у 40мм панелі цей коефіцієнт становить  $0,74\text{ м}^2\text{С/Вт}$ . Перевага панелей:

Надійність

Якість

Відсутність містка холоду

Існує два способи розположення додаткового теплозахисту стін: з зовнішнього і з внутрішнього боку стін. Може бути комбіноване.

Внутрішнє розположення теплозахисту. При розміщенні додаткової теплоізоляції з внутрішньої сторони треба врахувати дві умови:

- 1) температура поверхні стінки під шаром утеплювача при середній температурі зовнішнього повітря в найбільш холодний місяць не повинна бути нижча „точки роси” для водяної пари в повітрі приміщення;
- 2) опір теплопередачі утеплюючого шару не повинен бути більше 20% від загального опору теплопередачі існуючої стіни.

Невиконання цієї умови в бік збільшення  $R$  приведе до зниження температури поверхні стіни під шаром утеплювача. При зниженні цієї температури нижче температури „точки роси” відбудеться конденсація водяної пари на поверхні стіни і намокання утеплювача, що істотно порушує температурно - вологісний режим конструкції стіни. Для усунення переміщення водяної пари із приміщення в стіни в багатьох випадках обладнується пароізоляція, яка розміщується по утеплюючому шарі під оздобленням стіни. Для цього рекомендується поліетиленова плівка, паронепроникна окраска за 2 рази синтетичними емалями і ін.

*Переваги:* 1) теплоізоляційний матеріал знаходиться в благоприємних умовах;

- 1) виконання робіт по обладнанню теплозахисту може йти в будь-який час року незалежно від способу кріплення.

*Недоліки:* 1) необхідність обладнання з метою виключення випадіння конденсату, додаткового теплозахисту в місцях спирань на стіни плит перекриттів і в місцях примикання до зовнішніх стін і перегородок;

- 2) необхідність захисту теплоізоляційного матеріалу і стін від зволоження шляхом обладнання пароізоляційного шару перед теплоізоляційним матеріалом;
- 3) розположення добре акумулюючого тепло матеріалу стін (напр. цегляної кладки) в зоні низьких температур, що в значній мірі знижує теплову інерцію огороження.

Зовнішнє розположення теплозахисту. Головна вимога розположення теплозахисту додаткової теплоізоляції зовні: опір паропроникнення

теплоізоляційного шару разом з шаром зовнішнього облицювання не повинен перевищувати опір паропроникнення існуючої стінки. Невиконання цієї вимоги може призвести до того, що частина водяної пари, яка іде з приміщення назовні, може залишитись в стінці на межі з утеплювачем. При низькій температурі зовнішнього повітря водяна пара перетвориться в воду і замерзне, що недопустимо.

*Переваги:* 1) створення захисної термооболонки, яка виключає утворення “містків холоду”; 2) розположення добре акумулюючого тепло матеріалу в зоні додатніх температур. Це підвищує теплову інерцію огороження і сприяє покращенню її теплозахисних якостей при нестационарній теплопередачі, а також збереженню таких переваг, як високі теплоакумулюючі властивості стінки;

- 2) виключення необхідності обладнання пароізоляційного шару;
- 3) коливання рівня тепловіддачі систем опалення, які працюють в певному режимі( як у систем центрального опалення), майже не відбивається на температурі повітря в середині приміщення;
- 4) короточасні притоки холодного повітря ( при кожному відкритті вікон і дверей)не приводять в той же час до охолодження приміщення;
- 5) температурні коливання зовнішнього повітря відбиваються на внутрішньому кліматі приміщення не так відчутно.

*Недолік:* необхідність обладнання по теплоізоляції надійного захисного шару.

Матеріали для теплової ізоляції. Для додаткової теплоізоляції стін з зовнішнього боку застосовують різноманітні неорганічні матеріали, які захищають від атмосферних впливів шаром пасти, штукатурки або екранами. Це мати або плити на основі мінеральної вати, базальтового волокна , скловолкна, ніздрюваті бетони.

Для теплоізоляції стін з внутрішнього боку рекомендуються матеріали з найменшою пожежною небезпекою і екологічно чисті: пінопласт, мінеральна вата, ековата, піновата і плити із штапельного волокна, штукатурка із цементно-перлитного розчину, яка наноситься по сітці.

Системи фасадної теплоізоляції. Падіння температури при проходженні через захисну конструкцію теплового потоку  $1 \frac{Вт}{м^2}$  повинно бути не менше 3,2 град

Виконання цієї вимоги за рахунок збільшення товщини захисних конструкцій практично неможливе: товщина стін з залізобетону повинна бути не менша 5 м, а із повнотілої цегли - не менше 2,3 м. Теплоізоляційні матеріали мають низьке значення коефіцієнта теплопровідності. Приклад: при несучій стіні із залізобетону товщиною 0,25 м достатньо застосувати плиту із мінеральної вати з  $\lambda = 0,042 \frac{Вт}{м \cdot К}$  товщиною всього 0,12 м і загальний термічний опір 3,2 буде забезпечено. В цьому випадку загальна товщина стіни буде 0,37 м замість 5 м.

Перспективні теплозберігаючі рішення при будівництві нових будівель.

1. Шаруваті захисні конструкції з ефективним теплоізоляційним матеріалом. Перехід з одношарових панелей до тришарових на гнучких зв'язках з плитним утеплювачем із пінополістиролу всередині
2. Цегляні тришарові стіни з гнучкими зв'язками в каркасних будівлях. Утеплювач – або пінополістирол або мінеральні плити.
3. Двошарові захисні конструкції з несучими і теплоізоляційними шарами.
4. Перспективне домобудування із монолітного бетону з подальшим монтажем зовнішньої теплоізоляції.
5. Вікна в пластмасових рамах і склопакети із скла (скло із селективним покриттям). Вони забезпечують в порівнянні з дерев'яними більш високі теплозахисні властивості, необхідну повітропроникність.
6. Навісні панелі “Поліаплан” за німецькою технологією з твердого пінополіуретану, замкненого з зовнішнього боку в оболонку з алюмінієвого листа товщиною 0,5 мм, а з внутрішнього – алюмінієвої фольги т. 0,05 мм.
7. Ізобудинок або термобудинок – це будинок, стіни якого складені із пустотілих пінополістирольних блоків, залитих важким бетоном. В основу цієї

технології покладено використання стінових блоків із спеціального будівельного пінополістиролу як незнімаємої опалубки.

Елементи незнімаємої опалубки із твердого самозатухаючого пінополістиролу в формі пустотілих блоків, армовані і заповнені бетоном, являють собою універсальну систему для зведення стін об'єктів будь-якого типу висотою до 25 м. Спеціальна конструкція замків дозволяє швидко і точно з'єднувати блоки подібно збиранню елементів в дитячій грі LEGO. Змонтована з таких блоків пуста стіна заливається бетоном. Таким чином, в ході однієї технологічної операції споруджується монолітна бетонна стіна, обрамлена з внутрішнього і зовнішнього боків звуко- і теплоізоляційною оболонкою із пінополістиролу.

Полістирол, з якого зроблені термоблоки – добрий утеплювач. Коефіцієнт теплопровідності його  $0,035 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . 10 см пінополістиролу за теплоізоляційними властивостями рівнозначні 0,46 м бетону або 0,23 м цегляної стінки.

Технологія “Термобудинок” дозволяє будівництво житлових будівель висотою до 5 поверхів згідно ДБН В.2.6.–6-95, морозильних камер, теплиць, складів будь-яких об'ємів і промислових будівель.

Перспективні ефективні засоби підвищення рівня теплозахисту при реконструкції будівель. 1. При реконструкції стін – зовнішня теплоізоляція з застосуванням ефективного теплоізоляційного матеріалу.

2. При реконструкції вікон – заміна подвійного застклення в роздільних або спарених рамах на застклення з застосуванням двокамерних скло пакетів або однокамерних скло пакетів з тепло-+ відбиваючим покриттям і заповненням внутрішньої порожнини аргоном в одинарних дерев'яних і пластмасових рамах.

Вікна – “черная дыра”, через яку назовні виходить значна кількість теплоти. Дерев'яні вікна з подвійним засткленням взимку можуть втрачати 30 % теплоти на інфільтрацію і 20 % на теплопередачу; термічний опір теплопередачі таких вікон  $0,37 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$ . Сучасні пластикові вікна виготовляють з полів профілів,

армованих металом. Краще – дерев'яно-алюмінієві блоки. Заміна звичайних вікон на метало-пластикові дає економію 50 л сирої нафти на 1м<sup>2</sup> застелення. В Україні 200 млн. м<sup>2</sup> вікон не відповідають сучасним нормам.

При реконструкції горизонтальних огорож ( підлог, горищних і цокольних перекритть) – застосування ефективних теплоізоляційних матеріалів: мінераловатних і скловолокнистих виробів.

#### Технічні рішення теплозахисту стін.

Технічні рішення теплозахисту стін можна розділити в залежності від таких ознак.

1. Розміщення утеплювача на стіні: на внутрішній поверхні, на зовнішній поверхні, на внутрішній і зовнішній поверхнях; належність повітряного прошарку: з повітряним прошарком, без повітряного прошарку;

1. місце розположення повітряного прошарку: прошарок між утеплювачем і стіною, прошарок між захисним шаром і утеплювачем. Прошарок може бути вентиляльованим і не вентиляльованим;
2. матеріали утеплювача: органічні( на основі природних рослинних заповнювачів–деревини) і полімерні матеріали, неорганічні ( скловолокно, мінеральна вата, бетони і розчини);
3. спосіб кріплення утеплювача: пошарове нанесення, механічне, клейове, комбіноване;
4. Матеріали захисного шару:органічні ( полімерні метеріали, вироби на основі деревини), неорганічні (металічні, керамічні,бетонні, розчини);
5. спосіб кріплення захисного шару: див. п.5;
6. спосіб виготовлення теплоізоляційного або захисно-декоративного шару: при будівництві, заводське, комбіноване.

Теплозахист із легких бетонів має два варіанта обладнання: шляхом пошарового нанесення на стіну і подачею бетону між утеплюваною стіною і опалубкою.



Пошарове нанесення легких бетонів на утеплювану стіну здійснюється по різним сіткам або натягнутому дроту, який закріплюється на стінці. На поверхні бетону обладнується захисний шар із цементно-піщаного розчину.

Подача бетону між зовнішньою стінкою і опалубкою здійснюється бензонасосами з подальшим ущільненням бетонної суміші. Опалубка застосовується знімна або незнімна. Знімна опалубка виконується із декоративно-захисних панелей.

Для теплового захисту стін широко застосовуються плити із мінеральної вати, скловолокна, пінополістиролу. Існує декілька способів кріплення плит до стін.

1. Шляхом укладання їх між антисептованими горизонтальними або вертикальними рейками, які прибиваються до дерев'яних пробок діаметром біля 20 мм, забитих в стіни.
2. З допомогою різноманітних анкерів, дюбелів і клейових складів. Ці способи найбільш поширені в зарубіжній практиці.

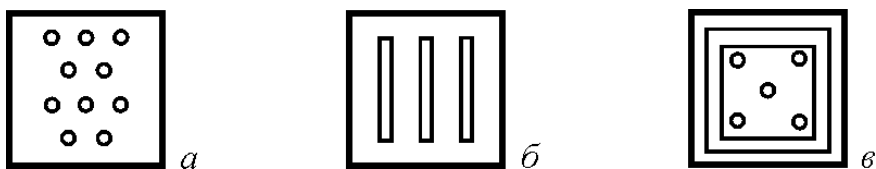


Рис.4 Способи нанесення клейового складу на теплоізоляційні плити: а) точечно; б) смугами; в) комбіноване.

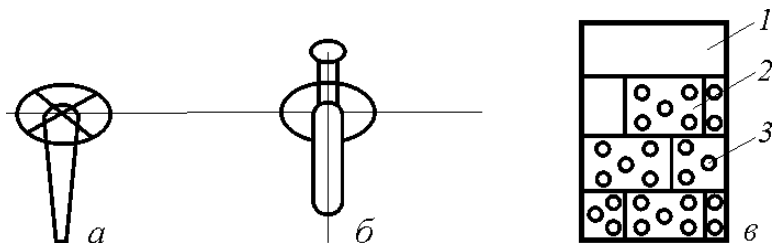


Рис.5 Дюбелі для кріплення теплоізоляційних плит: а) забиваємі; б) розклинювані; в) положення дюбелів при кріпленні теплоізоляційних плит.  
1- стіна; 2- теплоізоляційні плити; 3- дюбелі.

Нанесення клею смугами здійснюється при кріпленні утеплювача до рівної поверхні стіни, а точечно – при її нерівностях до 20 мм. Приклеювання починають з нижнього яруса так, щоб перший ряд плит мав міцну опору. Подальші ряди кріплять з розбіжкою швів, щільно підганяючи один до одного ( як при будівництві цегляної стінки ).

1. Конвективний коефіцієнт тепловіддачі росте, а:
  - а) Теплопровідність збільшується;
  - +б) Термічний опір зменшується;
  - в) Теплопередача зменшується.
2. Коефіцієнт тепло засвоєння поверхні огорожі позначається:
  - +а) S;
  - б) R<sub>0</sub>;
  - в) Z.

### **Теплі стіни ( при будівництві )**

1. “Тепла панель”. Зовнішні і внутрішні несучі бетонні шари виготовлені із звичайного важкого або легкого конструкційного бетону, армірованого сітками або каркасами. Середній шар виготовлений із пінополістирольних плит, товщина яких визначається теплотехнічним розрахунком. Розміри:  $2,99 \times 2,78 \text{ м}^2$ , товщина 350 мм,  $R = 2,6 \dots 3,2 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$  і 400 мм –  $R = 3,6 \dots 3,8$ .

2. Конструкція з вентиляльованим зазором. В конструкції між шаром утеплювача і зовнішньою цегляною кладкою розміщуються керамічні пустотілі блоки, які виступають як вентиляційні системи. Вентильований прошарок обумовлює швидке висихання стіни і утеплювача, що позитивно

впливає на термічний опір. При цьому прошарок виключає із теплозахисту зовнішній лицьовий шар і сприяє намоканню внутрішніх шарів при підвищеній вологості повітря. Рішенням проблеми може бути використання в вентиляваному шарі ефективної пористої ізоляції: легкий керамзит, перлітний пісок або щебінь.

3. Система з захисно-декоративним екраном. Захисний екран не тільки захищає утеплювач від механічних пошкоджень, атмосферних опадів, вітрової і радіаційної ерозії, але і дозволяє надати фасадам різноманітну багатозначність за рахунок використання різних типів конструкцій, форм і кольорового оздоблення облицювальних елементів. Для виготовлення екранів застосовують метал (алюміній або сталь), азбоцемент, склофібробетон, пластмаси, панелі типу “сандвіч” (товщина 25...50 мм, ширина 500 мм, висота до 18 м).

## **2. Підвищення термічного опору захищень при реконструкції будинків**

Майже всі будівлі України становлять високо панельні, крупно блочні і цегляні будинки, термічний опір захищень яких визначався за нормами колишнього СРСР, в яких закладалися санітарно-гігієнічні вимоги і нехтувалися економічні показники. В зв'язку з заходами по економії енергоресурсів всі житлові та адміністративні будинки підлягають обстеженню і реконструкції – утепленню стін з метою підвищення їх термічного опору до нормативних величин.

Утеплення зовнішніх стін існуючих будинків може проводитися за двома різними технологіями: а) напиленням утеплювача на поверхні стін з використанням піноутворюючих складників; б) облицюванням стін плитними або мінеральними утеплювачами (рис.б). Незалежно від прийнятої технології робіт з утеплення утеплюючий шар повинен бути надійно захищений від усіх видів природно-кліматичних дій.

Як захисний зовнішній шар використовують різні види штукатурки, які наносяться на полімерну, скловолокнисту або металеву сітку.

Вибір типу утеплювача і визначення його товщини здійснюються на підставі проведених техноекономічних розрахунків.



Рис.6 Конструктивне рішення до утеплення стін існуючих будинків

### 3. Конструктивні рішення утеплення зовнішніх стін із цегли при будівництві нових будівель

Одним із основних будівельних матеріалів, що використовуються в Україні для зведення зовнішніх стін, є цегла. Вона має достатню несучу здатність, але низький опір теплопровідності. Тому для підвищення термічного опору застосовують полегшені конструкції стін із цегли з одночасним використанням високоефективних теплоізоляційних матеріалів.

Стіна із полегшеної цегляної кладки ( рис.7 і 8) складається із зовнішньої та внутрішньої стінок, між якими розміщується утеплюючий шар. Зв'язок між внутрішньою і зовнішньою стінками здійснюється поперечними діафрагмами

товщиною з пів цегли або в одну цеглу із забезпеченням необхідної перев'язки. Відстань між діафрагмами не повинна перевищувати 10 товщин більш тонкої стінки. Зовнішня стінка приймається, як правило, товщиною 120 мм. Товщина внутрішньої стінки визначається розрахунком стіни на міцність і повинна бути не менше 250 мм для будинків висотою до п'яти поверхів і 380 мм – для нижніх п'яти поверхів дев'ятиповерхових будинків.

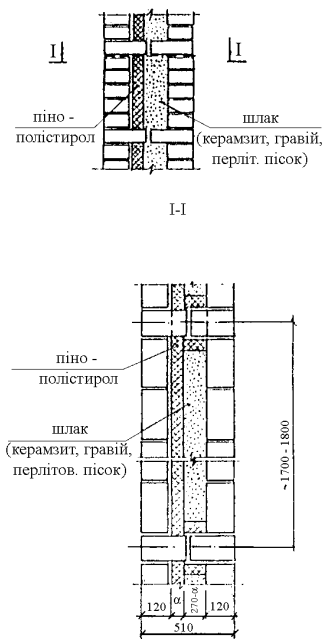


Рис. 7 Конструктивне рішення ефективної кладки стіни товщиною 510 мм для будинків висотою до 5 поверхів

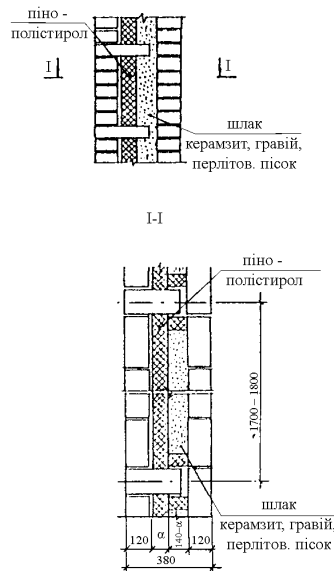


Рис.8 Конструктивне рішення ефективною кладки стіни товщиною 380 мм для будинків висотою до 5 поверхів

#### 4.Енергозберігаючі вікна

В сучасних будівлях застосування становить 30...40 %, а в адміністративних і офісних досягає 50...70 %. При 20-ти відсотковому застосуванні фасадів житлових приміщень через світлопрозорі огороження втрачається до 50% теплоти.

Тому впровадження теплозберігаючих вікон стало великою необхідністю. Їх застосування дозволяє на 75 % знизити радіаційні теплові втрати через вікна і одержати економію 20 кг у.п. на  $1\text{ м}^2$  за опалювальний сезон.

Підвищення теплозахисних якостей вікон досягається шляхом організації технологічних покращень:

- 1) вибір матеріалу і конструкції рам;
- 2) вибір застосування;
- 3) заповнення скло пакетів газами-заповнювачами;
- 4) вибір оптимальної товщини повітряного прошарку.

1) Вибір матеріалу і конструкції рами. В якості матеріалу для віконних рам сьогодні й досі використовують дерево, яке володіє чудовими тепло- та звукоізолюючими властивостями, та полівінілхлорид (ПВХ). Залежно від товщини віконного блоку (конструкції рами) з дерев'яного профілю опір теплопередачі складає  $0,72 - 0,98 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$ , а опір теплопередачі скління для двокамерних склопакетів зі звичайним склом  $0,47 \dots 0,64$ .

Залежно від кількості повітряних каналів в ПВХ профілі його опір теплопередачі знаходиться в межах  $0,63 \dots 0,84$  і  $0,67$  для скління для двокамерних склопакетів зі звичайним склом.

Металопластикові вікна виготовляють із полих пластмасових профілів, армованих металом. Ще краще - дерев'яно-алюмінієві блоки. Заміна звичайних вікон на металопластикові дає економію сирої нафти  $50$  л на  $1m^2$  засклення.

2) Вибір скління. а) Багатошарове скління. Термічний опір скла теплопровідністю  $\lambda = 0,76 \frac{Bm}{m \cdot K}$  товщиною  $3$  мм становить  $R = 0,004 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$  і ним можна знехтувати. Термічний опір засклення створюється повітряним прошарком обмеженої товщини до  $50$  мм. Виходячи з кліматичних умов України необхідно і достатньо два прошарка, тобто потрійне скління-двокамерний склопакет.

б) Тепловідбивне покриття на склі. Теплова ефективність потрійного засклення заснована на зниженні конвективних тепловтрат  $-15\%$  і втрат теплопровідністю  $-15\%$ . Однак біля  $70\%$  теплоти втрачається через засклення за рахунок випромінювання. Зниження променистої складової досягається шляхом застосування тепловідбиваючого покриття на склі, яке володіє низькою мірою чорноти в інфрачервоному діапазоні хвиль  $2,5 \dots 25$  мкм. Скло з таким покриттям на  $5\%$  знижує світлопропускання і відбиває назад у приміщення до  $90\%$  теплоти, що втрачається за рахунок випромінювання.

Відбивання інфрачервоних променів виникає за рахунок створеного електромагнітного поля рухомих вільних електронів поверхневих атомів. Для тепловідбивних покриттів використовують напівпрозорі металеві плівки товщиною 1 мкм – від 8 до 20 атомарних шарів (золото, срібло, мідь), а також напівпровідникові оксиди металів олова, індія, титана і ін.

3. Заповнення скло пакетів газами. В останній час використовують можливість підвищення опору теплопередачі склопакетів шляхом заповнення простору між склами різними газами або сумішшю газів, які мають меншу теплопровідність і здатність до конвекції, ніж повітря (аргон, двоокис вуглецю, неон і ін.). Теплопровідність простору, заповненого вуглекислим газом, майже в 1,5 раз менша, ніж при заповненні його повітрям, а при використанні неону – в 5 разів менша.

4. Вибір оптимальної товщини повітряного прошарка склопакета. Під „оптимальною” товщиною повітряного прошарка розуміють таку товщину, при якій опір теплопередачі буде найбільшим і виключається конвективна складова повітря всередині скло пакета. При оптимальній товщині повітряного прошарка повітря всередині прошарку нерухоме і передача теплоти здійснюється теплопровідністю і випромінюванням. Для цього побудовані графіки нелінійних залежностей опору теплопередачі скло пакетів різної товщини від температури.

Кількість теплоти, яка витрачається в атмосферу через вікна з  $1 \text{ м}^2$  можна підрахувати за формулою:  $Q = \frac{110,42}{R_c}$ , кВт.год/ $\text{м}^2$ , де  $R_c$  – приведений опір теплопередачі,  $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ .  $R_c$  має такі значення: одинарне скло в дерев'яній рамі – 0,18; подвійне скло в дерев'яній рамі, яке установлене у всіх наших будинках, - 0,39; подвійне скло, покрите напівпрозорим шаром спеціальної речовини, - 0,7...0,75; подвійне скло з вакуумом в проміжках між листами – 3,3.



#### 4. Утеплення підлог на ґрунті.

Підлоги для СТО зазнають найрізноманітніших навантажень: ударні, вібраційні, інтенсивне стирання.

Слід враховувати, що підлоги в автосервісі піддаються впливу агресивних хімічних речовин, таких як: електроліт, бензин, дизельне паливо, мастильні матеріали, розчинники, тосол, антифриз, та інше.



Одним із шляхів втрат тепла приміщеннями є тепловтрати через підлоги на ґрунті. В українських нормах відсутні дані про гранично допустимі мінімальні значення термічних опорів підлог на ґрунті, як це зроблено в нормативних документах багатьох країн Європи.

Одним із шляхів втрат тепла приміщеннями є тепловтрати через підлоги на ґрунті. В українських нормах відсутні дані про гранично допустимі мінімальні значення термічних опорів підлог на ґрунті, як це зроблено в нормативних документах багатьох країн Європи.

На рис.9 наведено утеплення підлог на ґрунті по периметру будинку, взяте із рекламних проспектів західних фірм.

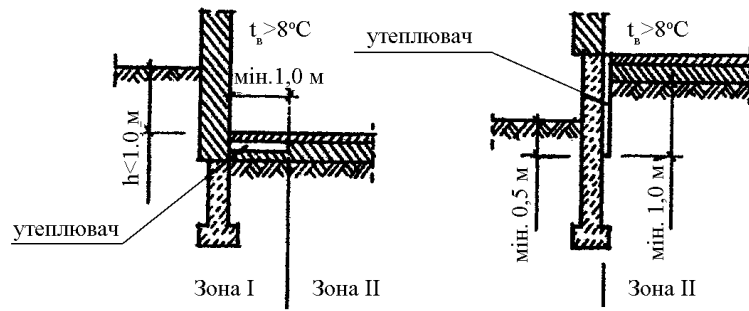


Рис. 9 Схеми теплової ізоляції підлог на ґрунті в пристінній зоні (зона I), а також внутрішній (зона II)

Підлога на ґрунті повинна мати теплоізоляцію у вигляді вертикальних або горизонтальних поясів шириною не менше 1 метра. Пояси утеплювача розташовуються по периметру будинку уздовж лінії стику підлоги із зовнішньою стіною (зона I). Залишена внутрішня площа підлоги (зона II) може мати теплоізоляцію дещо з меншим термічним опором, ніж зона I.

Якщо виконується ізоляція у вигляді вертикальних поясів, утеплення стіни продовжується мінімум на 1 м нижче рівня землі і мінімум на 0,5 м нижче горизонтальної ізоляції підлоги, а вся підлога ізолюється як для зони I. Якщо підлога знаходиться вище рівня землі, то вона ізолюється вертикально, як на схемі, або у вигляді горизонтальних поясів, з продовженням утеплення стіни мінімум на 0,5 м нижче горизонтального утеплення підлоги.

Утеплювач для утеплення підлоги краще вибирати неорганічного походження, вологостійкий. При влаштуванні утеплених підлог утеплювач повинен мати таку товщину, щоб його термічний опір був не менший за термічний опір зовнішньої стіни, до якої він прилягає:  $R_{ут}^{підл} = R_{стін}^{заг}$ .

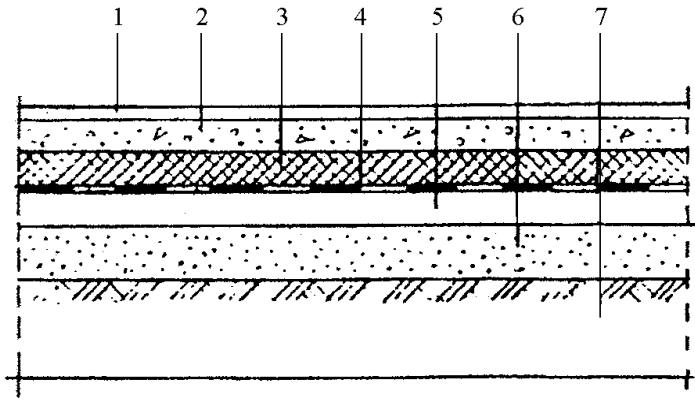


Рис. 10 Конструктивне рішення підлоги на ґрунті з теплоізоляцією:

- 1 – покриття; 2 – бетонна стяжка товщиною не менше 4 см;
- 3 – плити теплоізоляційні, наприклад, з базальтової вати ROCKWOOL або плити шорсткі із мінеральної вати тощо; 4 – гідроізоляція;
- 5 – підстильний шар; 6 – шар утрамбованого піску; 7 – ґрунт основи

На рис.10 наведена конструкція підлоги на ґрунті з бетонною стяжкою і плитним утеплювачем, на рис.11 – підлога на лагах. Ці конструкції підлог можна рекомендувати для застосування при проектуванні і реконструкції житлових і громадських будинків

1. Максимальна амплітуда коливання теплового потоку огорожі:
  - а) A;
  - б)  $R_o$ ;
  - +в) Y.
2. Характеристика теплової енергії огорожі, позначається:
  - +а) D;
  - Б) S;
  - В) R.

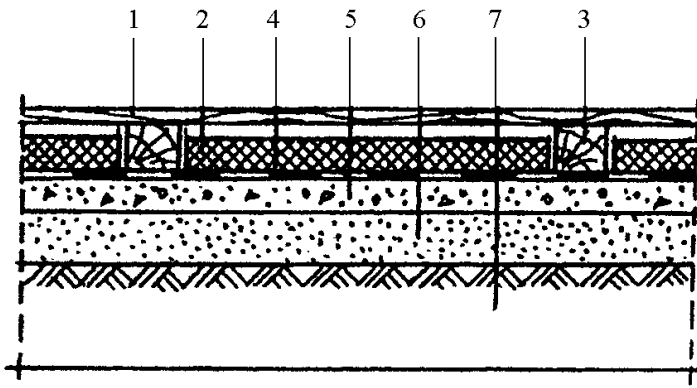


Рис. 11 Конструктивне рішення підлоги на лагах:

- 1 – дошки; 2 – плити теплоізоляційні; 3 – лаги дерев'яні; 4 – гідроізоляція;  
 5 – шар бетону товщиною 5 см; 6 – утрамбований шар піску товщиною 15 см;  
 7 – ґрунт основи

## 6. Підлогове ( панельно- променисте) опалення

Підлогове опалення є одним із способів енергозбереження. При такій системі опалення нагрівальним приладом служить вся підлога. Теплота поширюється в приміщенні шляхом конвекції і випромінювання. При цьому в комфортних умовах знаходяться ноги людини.

На рис.12 зображена схема підлогового опалення.



- 1 – перекриття,  
 2 – теплова ізоляція;  
 3 – теплова ізоляція по периметру зовнішніх стін;  
 4 – пароізоляція;  
 5 – бетонна опалювальна панель;  
 6 – покриття підлогове;  
 7 - труба

Рис.12 Розміщення нагрівальних елементів у підлозі

Наявність у приміщенні нагрівального приладу у вигляді горизонтальної бетонної плити відносить цю систему до інерційної. Система може повністю або частково покривати теплові втрати приміщення.

Тепловою ізоляцією можуть служити пінопластові плити або жорсткі мінераловатні волокнисті плити. Шар теплової ізоляції рекомендується приймати з таким термічним опором:

- у перекриттях над приміщеннями, що опалюються  $R = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$ ;

- у перекриттях над приміщеннями, що не опалюються  $R = 2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$ ;

- у підлогах на ґрунті  $R = 2,25 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$

Для збільшення густини теплового потоку з поверхні підлоги необхідно, щоб покриття підлоги мало якомога менший термічний опір, не більше  $0,15 \text{ м}^2 \cdot \text{град} / \text{Вт}$ .

Нагрівальний контур 7 (труби з гарячею водою) заливається безпосередньо бетоном (замість водяного контура може бути електричний контур). Товщина шару бетону над трубами повинен бути не менше 45 мм, а загальна товщина шару бетону – 65 мм. Гріючий контур повинен бути виконаний із цілого куска труби (16х2 або 18х2). Прокладання труб нагрівального контура можна здійснювати двома способами: змійовиковим і у вигляді двоходової спіралі (рис.13).

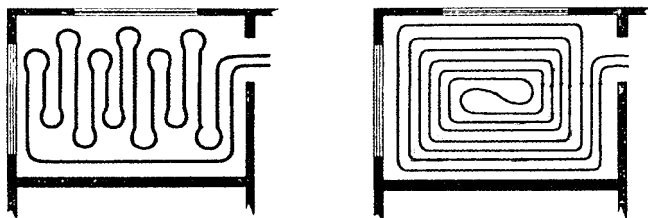


Рис.13

Крок труб нагрівального контуру приймають в межах 0,1...0,3 м. Для видалення води з нагрівального контуру швидкість води повинна бути не

менше  $0,15 \frac{M}{C}$ . Гідравлічний опір нагрівального контуру не повинен перевищувати 20 кПа. Якщо опір контуру перевищує 20 кПа, то його треба розділити на два або декілька окремих контурів.

Підлогове опалення належить до низькотемпературних систем водяного опалення. Товщина шару ізоляції: 8 максимальна температура теплоносія на вході в систему не повинна перевищувати  $55^{\circ}C$ . Оптимальне зменшення температури теплоносія після проходження грійного контура складає  $10^{\circ}C$ . У цих системах рекомендується приймати такі параметри води  $t_z/t_o$ :  $55/45$ ,  $50/40$ ,  $45/35$ ,  $40/30$ ,  $^{\circ}C$ .

Рекомендується, щоб температура поверхні підлоги не перевищувала таких значень,  $^{\circ}C$ : житлові і адміністративні приміщення + 29, зони, які межують з вікном +35, ванні кімнати +33. Ці температури обмежують густину теплового потоку горизонтальної панелі  $q^{max} \leq 100 \frac{Bm}{M^2}$ .

#### Методика розрахунку підлогових систем опалення

Вихідні дані: площа приміщення  $F_{np}, M^2$ , площа панелі  $F_{пан}, M^2$  (у більшості випадків  $F_{пан} = F_{np}$ ); температура внутрішнього повітря  $t_e, ^{\circ}C$ ; теплові втрати приміщенням  $Q, Вт$ ; конструкція підлоги і тип покривного шару підлоги (паркет, лінолеум, килим); теплоносій – вода.

1. Визначають густину теплового потоку  $q = \frac{Q}{F_{np}}, \frac{Bm}{M^2}$ .
2. Приймають середню температуру теплоносія  $t_s, ^{\circ}C$ .
3. За таблицями в залежності від типу покриття підлоги і температур прямої і зворотної води приймається необхідна температура поверхні підлоги  $t_n$ , її теплова ефективність  $q$ , температура повітря в приміщенні  $t_e$ , крок розкладки труб  $s$ , при якому потрібна кількість теплоти, знайдена за формулою 1, близька до теплової ефективності підлоги.

4. Визначають довжину спіралі:  $L = \frac{F_{np}}{s}$ , м.
5. Визначають витрату теплоносія в спіралі:  $G = \frac{Q}{c_p(t_2 - t_o)}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ .
6. Визначають швидкість теплоносія в трубах:  $w = \frac{G}{s_{mp}}$ ,  $\text{м}/\text{с}$ .
7. Визначають питомі втрати тиску R
8. Визначають втрати тиску в спіралі:  $H = RL$ , Па.

1. Кількість водяної пари, яка міститься в повітрі, характеризується:
  - +а) Порціальним тиском.
  - б) Відносною вологістю;
  - в) Абсолютною вологістю.
2. Коефіцієнт паро проникності матеріалу позначається:
  - а)  $\delta$ ;
  - б)  $R_n$ ;
  - +в)  $\mu$ .
3. Природній повітряобмін, обумовлений гравітаційним тиском і дією вітру, називається:
  - а) Інфільтрацією;
  - +б) Аерацією;
  - в) Експфільтрацією.

## 7. Організаційно-технічні заходи щодо економії електроенергії

Оскільки на всіх підприємствах, зокрема й на СТО, використовується велика кількість обладнання, яке використовує величезну кількість електроенергії, хочеться розглянути на прикладах, як можна за допомогою деяких змін скоротити споживання на порядок.

Організаційно-технічні заходи щодо економії електроенергії в електрозварювальних установках можна умовно розділити на дві основні

групи: технологічні та енергетичні. Найбільші можливості економії електроенергії є в технології зварювального виробництва, і тільки 20-30% дають енергетичні заходи. Основні заходи щодо зниження питомих витрат електроенергії на зварювання:

- оптимальний вибір способу зварювання;
- удосконалення технології електрозварювання;
- зниження електричних і теплових втрат;
- усунення холостого ходу зварювальних агрегатів.

Поряд із переліченими заходами можна ще рекомендувати:

- заміну контактних машин змінного струму машинами постійного струму;

Знизити витрати електроенергії в установках стисненого повітря можливо за рахунок:

- зниження номінального робочого тиску компресора і в мережі стисненого повітря;
- зниження температури повітря, що всмоктується компресорами;
- вимкнення зайвих компресорів у разі зниження витрат стисненого повітря;
- впровадження в поршневих компресорах прямоточних клапанів;
- зменшення довжини магістральної та розподільчої мережі подачі стисненого повітря;
- підігріву стисненого повітря перед пневмоприймачами;
- використання ефекту резонансного надування поршневих компресорів;
- заміни старих компресорів на нові, з більш високим ККД;
- систематичного контролю за витоками стисненого повітря;
- відключення окремих ділянок або всієї мережі стисненого повітря в неробочий час;
- заміна пневмоінструменту на електроінструмент;



Скорочення витрат електроенергії на вентиляційні установки можна домогтися:

- заміна старих вентиляційних установок на нові;
- впровадження економічних способів регулювання продуктивності вентиляторів;
- блокуванням вентиляторів теплових завіс із пристроями відчинення та зачинення воріт;
- вимкнення вентиляційних установок під час перерв у роботі цеху;
- усунення експлуатаційних дефектів і відхилень від проєкту;
- впровадженням АСУ вентиляційними установками.

Приблизно 5-10% електроспоживання підприємства витрачається на функціонування системи освітлення.

Під час енергоаудиту необхідно перевірити ступінь використання природного і застосування нових технологій його регулювання.

- Заміна люмінесцентних ламп (ЛЛ) на енергоощадні (ЛЛ), у 6 разів знижує електроспоживання;
- Застосування місцевого освітлення;
- Для приміщень з висотою стель 5 метрів, встановлення замість ЛЛ енергоощадних ламп;
- Застосування АСУ освітленням, економія 25-30%;
- Використання сучасної освітлювальної арматури, наприклад застосування плівкових відбивачів дає змогу скоротити кількість ламп на 40%;
- Застосування апаратури зонального вимкнення освітлення;
- Використання сучасних ефективних електротехнічних компонентів (ПРА).

Комплексна модернізація системи освітлення дає змогу економити до 20-30% електроенергії за середнього терміну окупності 1,5-2 роки.

На об'єкті реконструкції пропонується впровадити такі енергозберігаючі заходи:

- провести енергоаудит

- організаційно-технічні заходи

- замінити систему освітлення, зокрема: заміну люмінесцентних (ЛЛ) на енергоощадні, застосування місцевого освітлення, природного освітлення.

Якщо провести заміну систем освітлення і вентиляції, то можна домогтися економії 15%-30%.

Заощаджені кошти можна використати на закупівлю нового технологічного обладнання, яке своєю чергою теж відповідатиме вимогам з енергозбереження.

Також необхідно розглядати питання щодо застосування сонячних електростанцій.

Сонячна електростанція зменшує споживання електроенергії протягом світлого часу доби. Економія становитиме 35-50% на рік залежно від режиму споживання на підприємстві.

При тарифі для юридичних осіб 3 грн. за кВт•год. сонячна електростанція під власне споживання окупається за 5,5 років. Якщо тариф на електроенергію вищий, окупність настане раніше.

Такі станції встановлюються на дахах підприємств, виробничих ліній, логістичних складів з метою компенсації експлуатаційних витрат на електроенергію.

Сонячна електростанція зменшить обсяг використання електроенергії з мережі на 30-50% на рік, залежно від режиму споживання на підприємстві.

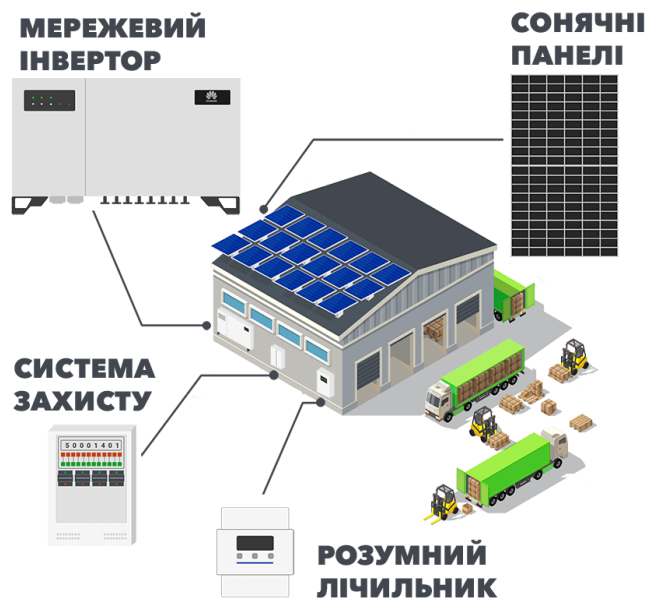


Рисунок 14 – Сонячна електростанція

## ЛЕКЦІЯ 5.

### СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

#### План

1. Класифікація систем вентиляції
2. Устаткування систем вентиляції
3. Повітряні завіси
4. Повітропроводи

Найчастіше, СТО - це закриті або погано провітрювані приміщення, тому, до умов праці, промислової санітарії в автосервісі мають найбільшу вимогу. Чистота повітря – це запорука ефективної роботи станції автосервісу. У зв'язку з цим на станції технічного обслуговування встановлюють готові витяжні конструкції.



## 1. Класифікація систем вентиляції

Вентиляцією називається сукупність заходів і пристроїв, що використовуються при організації повітрообміну для забезпечення заданого стану повітряного середовища в приміщеннях і на робочих місцях відповідно до СНіП.

При всьому різноманітті систем вентиляції їх можна класифікувати за такими характерними ознаками:

- за способом створення тиску для переміщення повітря: **із природним і штучним (механічним) спонуканням;**
- за призначенням: **припливні і витяжні;**
- за зоною обслуговування: **місцеві і загальнообмінні;**
- за конструктивним виконанням: **каналні і безканалні.**

### Природна вентиляція

Переміщення повітря в системах природної вентиляції відбувається:

- внаслідок різниці температур зовнішнього повітря і повітря в приміщенні, так званої аерації;
- внаслідок різниці тисків «повітряного стовпа» між нижнім рівнем (приміщенням, що обслуговується,) і верхнім рівнем - витяжним пристроєм (дефлектором), встановленим на покрівлі будинку;
- у результаті дії так називаного вітрового тиску.

У приміщеннях з великими надлишками тепла повітря завжди тепліше зовнішнього. Більш важке зовнішнє повітря, надходячи в будинок, витісняє з нього менш щільне тепле повітря. При цьому в замкнутому просторі приміщення виникає циркуляція повітря, спричинене джерелом тепла, подібна до тієї, котру викликає вентилятор.

Вплив вітрового тиску виражається в тому, що на навітряних (звернених до вітру) сторонах будинку утвориться підвищене, а на підвітряних сторонах, а іноді і на покрівлі знижений тиск (розрідження).

Системи природної вентиляції прості і не вимагають складного дорогого устаткування і витрати електричної енергії. Однак залежність ефективності цих систем від змінних факторів (температури повітря, напрямки і швидкості вітру), а також невеликий тиск не дозволяють вирішувати за їх допомогою всі складні і різноманітні задачі в області вентиляції.

### **Механічна вентиляція**

У механічних системах вентиляції використовується устаткування і прилади (вентилятори, електродвигуни, повітронагрівачі, пиловловлювачі, автоматика й ін.), що дозволяє переміщати повітря на значні відстані. Витрати електроенергії на їхню роботу можуть бути досить великими. Такі системи можуть подавати і видаляти повітря з локальних зон приміщення в необхідній кількості незалежно від умов навколишньої повітряного середовища, що змінюються. При необхідності, повітря піддають різним видам обробки (очищенню, нагріванню, зволоженню і т.д.), що практично неможливо в системах із природним спонуканням.

Слід зазначити, що в практиці часто передбачають так названу змішану вентиляцію, тобто одночасно природну і механічну вентиляцію.

У кожному конкретному проекті визначається, який тип вентиляції є найкращим у санітарно-гігієнічному відношенні, а також економічно і технічно більш раціональним.

### **Припливна і витяжна вентиляція**

Припливні системи використовуються для подачі у вентилязовані приміщення чистого повітря замість видаленого. Припливне повітря в необхідних випадках піддається спеціальній обробці (очищенню, нагріванню, зволоженню і т.д.).

Приточно-витяжна вентиляція з рекуперацією тепла потрібна для забезпечення приміщень оптимальним мікрокліматом. За допомогою

приточно-витяжної вентиляції, в приміщення потрапляє свіже повітря з вулиці та видаляється витяжне повітря (відпрацьоване) з приміщення, за допомогою вбудованого фільтра повітря в приміщення потрапляє очищене від забруднень та пилю, а вбудований рекуператор тепла підігріває холодне повітря з вулиці потоками тепло з приміщення у зимовий період, і на оборот у літній період. Представлене обладнання використовується як у побутовій, так і в промисловій сфері діяльності людини.



Рисунок 15 – Приточно-витяжна установка

Витяжна вентиляція видаляє з приміщення (цеху, корпусу) забруднене чи нагріте відпрацьоване повітря.

У загальному випадку в приміщенні передбачаються як припливне, так і витяжні системи. Їхня продуктивність повинна бути збалансована з урахуванням можливості надходження повітря в суміжні приміщення або із суміжних приміщень. У приміщеннях може бути також передбачена тільки витяжна чи тільки припливна система. У цьому випадку повітря надходить у дане приміщення зовні або із суміжних приміщень через спеціальні прорізи чи видаляється з даного приміщення назовні, або переходить в суміжні приміщення.

Як припливна, так і витяжна вентиляція може влаштовуватися на робочому місці (місцева) чи для всього приміщення (загальнообмінна).

### **Місцева вентиляція**

Місцевою вентиляцією називається така, при якій повітря подають на

визначені місця (місцева припливна вентиляція) і забруднене повітря видаляють тільки від місць утворення шкідливих виділень (місцева витяжна вентиляція).

До місцевої припливної вентиляції відносять **повітряні душі** (локальна подача повітря з підвищеною швидкістю). Вони повинні подавати чисте повітря до постійних робочих місць, знижувати в їхній зоні температуру навколишнього повітря й обдувати робітників, що піддаються інтенсивному тепловому опроміненню.

Місцеву припливну вентиляцію застосовують також у вигляді повітряних завіс, що створюють ніби повітряні перегородки або змінюють напрямок потоків повітря. Місцева вентиляція вимагає менших витрат, ніж загальнообмінна. У виробничих приміщеннях звичайно застосовують змішану систему вентиляції - загальну для усунення шкідливостей у всьому об'ємі приміщення і місцева для обслуговування робочих місць.

Місцеву витяжну вентиляцію застосовують, коли місця виділень шкідливостей у приміщенні локалізовані і можна не допустити їх поширення по всьому приміщенню. Місцева витяжна вентиляція у виробничих приміщеннях забезпечує уловлювання і відведення шкідливих виділень: газів, диму, пилу і частково від устаткування, що виділяє тепло.

Для видалення шкідливостей застосовують місцеві відсмоктувачі (укриття у вигляді шаф, парасолі, бортові відсмоктувачі, завіси, укриття у вигляді кожухів у верстатів та ін.).

Основні вимоги, які вони повинні задовольняти:

- місце утворення шкідливих виділень по можливості повинне бути цілком відсічено;
- конструкція місцевого відсмоктувача повинна бути такою, щоб він не заважав нормальній роботі і не знижував продуктивність праці;
- шкідливі виділення необхідно видаляти від місця їхнього утворення в напрямку їх природного руху (гарячі гази і пар треба видаляти нагору, холодні важкі гази і пил - униз).

Конструкції місцевих відсмоктувачів умовно поділяють на дві групи: **напіввідчинені відсмоктувачі** (витяжні шафи, парасолі), та **відкритого типу** (бортові відсмоктувачі).

Основними елементами такої системи є місцеві відсмоктувачі, мережа повітропроводів, вентилятор (відцентрового чи осьового типу), витяжна шахта. Найбільш складними витяжними системами є такі, у яких передбачають дуже високий ступінь очищення повітря від пилу з установленням послідовно двох чи навіть трьох пиловловлювачів (фільтрів).

Місцеві витяжні системи, як правило, дуже ефективні, тому що дозволяють видаляти шкідливі речовини безпосередньо від місця їхнього утворення або виділення, не даючи їм поширитися в приміщенні.

1. Вуглеводневі гази у розчиному вигляді називаються:

- +А) нафтовими,
- Б) газоконденсатними;
- В) газонафтовими.

### **Загальнообмінна вентиляція**

Загальнообмінні системи вентиляції - як припливні, так і витяжні, призначені для здійснення вентиляції в приміщенні в цілому чи в значній його частині. Ці витяжні системи відносно рівномірно видаляють повітря з усього приміщення, що обслуговується, а загальнообмінні припливні системи подають повітря і розподіляють його по всьому об'єму вентиляованого приміщення.

Загальнообмінна припливна вентиляція встановлюється для асиміляції надлишкового тепла і вологи, розбавлення шкідливих концентрацій пару і газів, не вилучених місцевою і загальнообмінною витяжною вентиляцією, а також для забезпечення розрахункових санітарно-гігієнічних норм і вільного подиху людини в робочій зоні.

При негативному тепловому балансі, тобто при недостатці тепла,



загальнообмінну припливну вентиляцію встановлюють з механічним спонуканням і з підігрівом всього об'єму припливного повітря. Як правило, перед подачею повітря очищають від пилу.

При надходженні шкідливих виділень у повітря цеху кількість припливного повітря повинне цілком компенсувати загальнообмінну і місцеву витяжну вентиляцію.

Найпростішим типом загальнообмінної витяжної вентиляції є окремих вентилятор (у більшості випадків осьового типу) з електродвигуном на одній осі, розміщеним у вікні чи в отворі стіни. Така установка видаляє повітря з найближчої до вентилятора зони приміщення, здійснюючи лише загальний повітрообмін. Коли шкідливими виділеннями в цеху є важкі гази чи пил і немає теплоутворення від устаткування, витяжні повітропроводи прокладають по підлозі цеху або у вигляді підпільних каналів.

У промислових будинках, де є різноманітні шкідливі виділення (теплота, волога, гази, пар, пил і т.п.) і їхнє надходження в приміщення відбувається в різних умовах (локально, розосереджено, на різних рівнях і т.п.), то в таких приміщеннях для видалення шкідливих виділень застосовують загальнообмінні витяжні системи.

Канальна і безканальна вентиляція характеризується тим, що має або розгалужену мережу повітропроводів для переміщення повітря (канальні системи), або канали (повітропроводи) можуть бути відсутніми, наприклад, при установленні вентиляторів у стіні, у перекритті, при природній вентиляції і т.д. (безканальні системи).

## 2. Устаткування систем вентиляції

Системи вентиляції так само, як і системи кондиціонування, містять групи найрізноманітнішого устаткування: насамперед це **вентилятори, вентиляторні агрегати або вентиляційні установки**. Серед додаткового устаткування - **шумоглушники, повітряні фільтри, електричні і водяні нагрівачі, повітророзподільні регулюючі пристрої й ін.**

## Вентилятори

Вентилятор являє собою механічний пристрій, призначений для переміщення повітря по повітропроводах систем кондиціонування і вентиляції, а також для здійснення прямої подачі повітря в приміщення або з приміщення, і створює необхідний для цього перепад тисків (на вході і виході вентилятора).

Залежно від величини повного тиску, що вони створюють при переміщенні повітря, вентилятори бувають **низького тиску** (до 1 кПа), **середнього тиску** (до 3 кПа) і **високого тиску** (до 12 кПа).

Залежно від складу повітря, що переміщується, й умов експлуатації вентилятори поділяються на: **звичайні** (для повітря (газів) з температурою до 80°C); **корозійностійкі** (для корозійних середовищ); **термостійкі** (для повітря з температурою вище 80°C); **вибухобезпечні** (для вибухонебезпечних середовищ); **пилові** (для запиленого повітря).

За способом з'єднання крильчатки вентилятора й електродвигуна вентилятори можуть бути: з **безпосереднім з'єднанням з електродвигуном**; із з'єднанням на **еластичній муфті**; із **клиноременевою передачею**; з **регулюючою вісеступінчастою передачею**.

За місцем встановлення вентилятори поділяють на: **звичайні**, які встановлені на спеціальній опорі (рамі, фундаменті і т.д.); **каналні**, що встановлюються безпосередньо у повітропроводах; **дахові**, розміщені на покрівлі.

Основними характеристиками вентиляторів є такі параметри: **витрата повітря**, м<sup>3</sup>/год; **повний тиск**, Па; **частота обертання**, об/хв; **споживана потужність**, затрачувана на привод вентилятора, кВт; **коефіцієнт корисної дії** вентилятора; **рівень звукового тиску**, дБ. з видом виконання вентилятори поділяються на: **осьові** (аксіальні); **радіальні** (відцентрові); **діаметральні** (відцентрові).

Вентилятор встановлюється разом з електродвигуном у спеціальний

корпус. Крім того, вони можуть використовуватися в складі агрегованих припливних установок, у кондиціонерах, у повітряних завісах, у повітроочисниках, фанкойлах, спліт-системах, шафових кондиціонерах та інших вентиляційних установках.

Зниження шуму самого вентилятора можливо: при зменшенні швидкості обертання робочого колеса, підвищенні ККД вентилятора, поліпшенні аеродинамічних характеристик повітропроводів. Для зменшення шуму в мережі повітропроводів встановлюють шумоглушники, можливі облицювання корпусів вентиляторів звукоізоляційними матеріалами та встановлення вентилятора в спеціальному звукоізолюючому кожусі.

1. Газопровод середнього тиску, це:

+А) від 0,005 до 0,3 МПа;

Б) понад 0,3 МПа;

В) до 5000 Па.

### **Вентиляторний агрегат**

Вентиляторний агрегат - установка, у якій вентилятор з електродвигуном змонтовані на одній рамі, як правило, укомплектовані віброізоляторами. До вентиляторних агрегатів належать каналні і дахові вентилятори.

Канальні вентилятори - призначені для встановлення безпосередньо у вентиляційну мережу (проточну частину) круглого чи прямокутного перетину.

Через невеликі габарити каналні вентилятори можуть встановлюватися безпосередньо в мережі повітропроводів, вбудовуватися в каналні системи вентиляції і кондиціонування повітря і ховатися за підшивною стелею чи в спеціальних вертикальних технічних шафах. Допускається кожне (горизонтальне, вертикальне чи похиле) положення вентилятора при його встановленні. Основні переваги каналного

вентилятора зв'язані з його компактністю при значних витратах повітря.

Дахові вентилятори або витяжні вентиляторні агрегати, установлені на покрівлях, призначені для витяжних систем вентиляції. У таких агрегатах застосовуються осьові, як правило, багатолопатеві вентилятори або радіальні, одnobічного чи двобічного всмоктування.

Маючи просту і легку конструкцію, дахові вентилятори легко монтується на покрівлі будинків. Встановлення дахових вентиляторів на покрівлі будинку дозволяє заощаджувати корисну площу будинку.

Вентиляційні установки за призначенням, складом і конструктивним виконанням поділяють на: **припливні вентиляційні установки; витяжні установки; припливно-витяжні установки; повітряно-теплові завіси.**

Припливні установки здійснюють фільтрацію свіжого повітря, за необхідності його нагрівають (у холодний період року) і подають в систему повітропроводів для подальшої роздачі по приміщеннях.

Припливні вентиляційні установки складаються з корпусу, у якому змонтовані: фільтр; водяний електричний калорифер; вентилятор; система автоматики; звукоізоляційний матеріал.

Умовно можна поділити припливні установки на кілька типів: за типом нагрівача (з електричним калорифером, з водяним калорифером); за витратою повітря (4 до 200-3000 м<sup>3</sup>/год - міні- припливні установки, більше 3000 м<sup>3</sup>/ч); за конструктивним виконанням (для вертикального монтажу, для горизонтального монтажу, універсальні).

У системах вентиляції з припливними установками можуть використовуватися такі додаткові елементи: **повітрозабірні ґратки; клапан на припливне повітря (з електроприводом чи ручним приводом); шумоглушники; пристрої для регулювання витрати повітря по приміщеннях; пристрій розподілу повітря (дифузори, ґратки, плафони).**

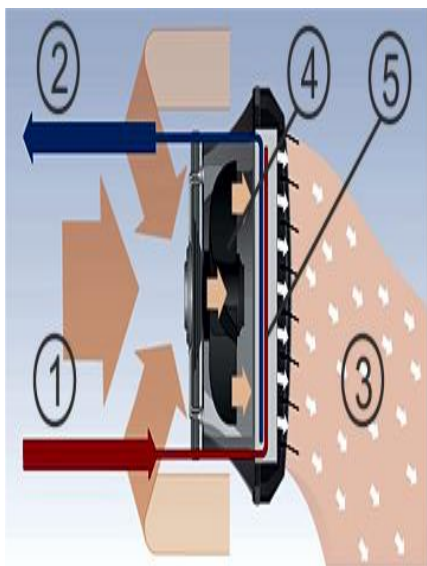
Вибір конкретної моделі припливної вентиляційної установки здійснюється, як правило, за величиною продуктивності (витратою) і за величиною напору, що дозволяє перебороти опір мережі повітропроводів і

повітророзподільних пристроїв.

Витяжні установки використовуються для створення балансу витрат повітря, що надходить і видаляється з приміщення, і які можуть бути представлені: автономними осьовими вентиляторами; даховими вентиляторами; відцентровими вентиляторами; каналними вентиляторами в корпусі у формі обичайки або в коробчастому корпусі; витяжними вентиляційними установками.

Системи припливно-витяжної вентиляції ефективні і з економічної точки зору, оскільки дозволяють істотно знизити витрати на опалення, використовуючи утилізацію тепла. Тепло, що видаляється з приміщення повітря, може бути використане для підігріву припливного повітря в спеціальних теплообмінниках, званих **рекуператорами**.

### Тепловентилятор для приміщення



## Рисунок 17 - Схема настінний тепловентилятор

1. Гарячий теплоносії 2. Охолоджений теплоносії 3. Тепле повітря 4. Вентилятор. 5. Мідно-алюмінієвий теплообмінник

Встановлюються на стелі або стінах на достатній відстані для захоплення повітря на консолях або кронштейнах. Характеристики обладнання

Теплопродуктивність, кВт 55

Найменування Farmer HCF

Витрата повітря, м<sup>3</sup>/год 3200

Звуковий тиск, ДБ 55

Максимальна дальність, м 19

### 3. Повітряні завіси

Повітряні завіси призначені для поділу зон з різною температурою по різні боки відкритих вікон, вхідних дверей і воріт. За рахунок подачі високошвидкісного повітряного потоку утвориться «невидима завіса», що не дає тепловому повітрю виходити назовні і не впускає холодне повітря в приміщення. У такий спосіб поліпшується внутрішній температурний комфорт, зникають протяги, значно знижуються тепловтрати, а отже, і витрати на обігрів.

При закритих дверях повітряна завіса може працювати як тепловентилятор. Влітку та в районах з теплим кліматом повітряна завіса однаковою мірою є енергозберігаючим устаткуванням, що забезпечує значне зниження витрат на кондиціонування приміщень і підтримку низької температури в холодильних камерах.

Крім того, у всіх випадках приміщення надійно ізолюється від вихлопних газів, пилу, а відрізувальний потік повітря залишається непомітним для людини і не створює перешкод для транспортних засобів.

У конструкцію теплової завіси, крім вентилятора, електро- чи водонагрівача, може входити також повітряний фільтр.

Повітряні завіси встановлюються за звичай над входом у приміщення з внутрішнього боку безпосередньо над дверми. Для великих отворів необхідно встановлювати кілька завіс упритул один до одного, створюючи безупинну повітряну завісу. Коли розміщення завіс над дверним отвором неможливе, застосовують вертикальну установку збоку від воріт.

Серед основних параметрів, що характеризують конкретні моделі теплових завіс: **потужність обігріву** (від одиниць до десятків кВт); **продуктивність по повітрю** (від сотень до тисяч м<sup>3</sup>/год); **довжина завіси** (зазвичай від 0,6м до 2,5м); **тип використовуваного підігрівника** (з електрокалорифером, з водяним калорифером).

Повітряні і повітряно-теплові завіси можуть ефективно використовуватися:

- у постійно відкритих отворах у зовнішніх стінах приміщення, а також у воріт і прийомів у зовнішніх стінах, що не мають тамбурів з розрахунковою температурою зовнішнього повітря мінус 15°С та нижче (параметри Б);
- у зовнішніх дверях вестибулів суспільних і адміністративно-побутових будинків - залежно від розрахункової температури зовнішнього повітря і кількості людей, що проходять через двері;
- у зовнішніх дверях будинків, якщо до вестибуля примикають приміщення без тамбура, обладнані системами кондиціонування;
- у зовнішніх дверях приміщень з підвищеною вологістю;
- у прорізів у внутрішніх стінах і перегородках виробничих приміщень і для запобігання проходженню повітря з одного приміщення в інше;
- у воріт, дверей і прорізів приміщень з кондиціонуванням.

1. Газопроводи різних тисків зв'язані між собою через:

- +А) газорегуляторні;
- Б) газорозподільні пункти;
- В) газгольдерні станції.

## 4. Повітропроводи

### Основні типи витяжних систем і обладнання для видалення відпрацьованих газів на СТО

Стационарний постовий витяг вихлопного газу. Це найбільш дешевий варіант устаткування витягу із стельовим або настінним кріпленням.

Барабанні витяжки найчастіше використовуються із стационарним стельовим кріпленням.

Особливо зручні барабани з електроприводом опускання і підйому шланга (хоча це і не обов'язково).

Найпопулярніше рішення для СТО - це каналні системи з пересувними каретками.

Вони можуть накривати багато робітників зон і для багатопостової станції у результаті виходять найбільш економічним і простим варіантом.

Для центрів перевірки автомобілів і проведення техогляду використовують каналний витяг для тест-линій із спеціальною конструкцією кріплення наконечників і шлангів. Є багато варіантів конструкції цих систем.

Є мобільні витяжки, але використовуються вони рідко.

Обладнання для видалення вихлопного газу можуть застосовуватися як на легковому, так і на вантажному СТО.



Рисунок 18 - Шланги для видалення вихлопних газів

У системах вентиляції і кондиціонування повітря використовується велика кількість повітропроводів і фасонних частин з різних матеріалів. За



формою повітропроводи і фасонні частини можуть застосовуватися як круглого, так і прямокутного перетину. Залежно від матеріалів, з яких вони виготовляються, повітропроводи поділяються на **металеві, металопластикові і неметалеві.**

За конструкцією повітропроводи поділяють на **прямошовні і спіральні**, а за способом з'єднання - на **фланцеві, безфланцеві і зварені**. Крім перелічених модифікацій, повітропроводи також можуть бути **гнучкими, напівгнучкими, теплоізольованими**, а також **звуковбирними**.

Повітропроводи будь-яких систем для багатоповерхових житлових, суспільних і адміністративно-побутових будинків проектуються з горизонтальними колекторами, що поєднують поверхові повітропроводи не більше п'яти поверхів.

## **ЛЕКЦІЯ 6.**

**Теплозбереження в системах опалення будівель. Заходи із зниження втрат теплоти в групових котельнях. Автоматичне регулювання тепловіддачі опалювальних приладів.**

### План

1. Заходи із зниження витрат теплоти і палива в групових котельнях
2. Зменшення втрат теплоти з вихідними газами
3. Зменшення витрат теплоти від хімічної неповноти згоряння
4. Зменшення втрат теплоти від механічної неповноти згоряння
5. Зменшення втрат теплоти в навколишнє середовище
6. Складання графіків, забезпечуючи роботу окремих котлів в груповій котельні з високим К.К.Д
7. Автоматичне регулювання тепловіддачі опалювальних приладів
8. Терморегулятор “Данфосс”
9. Засоби обліку споживання і розподілу енергії в будівлях

Системи опалення призначені для піддержання в опалюваних приміщеннях певної сталої температури повітря. Для цього вони повинні подавати в приміщення стільки теплоти, скільки воно втрачає в навколишнє середовище.

В загальному випадку система опалення складається з трьох основних елементів:

а) теплогенератора, в якому спалюється паливо і теплота, яка виділилась, передається теплоносію;

б) нагрівних приладів, в яких теплота від теплоносія передається повітрю приміщення;

в) теплових сітей – системи трубопроводів, по яким теплоносій подається від теплогенератора до нагрівних приладів.

В залежності від радіуса дії системи опалення бувають місцеві і центральні.

В залежності від виду теплоносія системи опалення розділяються на водяні парові і повітряні.

В будівлях міст і великих населених пунктах найбільш поширені центральні водяні системи опалення.

## **1. Заходи із зниження витрат теплоти і палива в групових котельнях.**

Теплота, яка витрачається на опалення, гаряче водопостачання і вентиляцію будівель, може вироблятися в ТЕЦ, районних котельнях і групових котельнях будівель. В останніх виробляється до 35...45 % теплоти, що поступає в житлові будинки. В індивідуальних системах опалення окремих будинків і квартир теплота виробляється в водонагрівачах різних систем.

В групових котельнях установлені, в основному, чавунні секційні котли. Головним недоліком таких котлів є низький к.к.д. В порівнянні з к.к.д. крупних котлів він менше на 10...15 % при спалюванні природного газу і на

15...20 %- при спалюванні вугілля. При ручному обслуговуванні їх середній к.к.д. при роботі на твердому паливі не перевищує 50...55 %.

В паливному балансі тепlopостачання населених пунктів України доля використання вугілля складає більш як 30%, експлуатується більше 30 тис. котлів на вугіллі з  $Q \leq 1$  МВт. Більшість вугільних котелень укомплектовані котлами НИИСТУ-5 з ручними шаровими топками з шкідливими викидами в десятки раз більшими норм і к.к.д. 50...60 %.

Івано-Франківський КЗЗ № 63 виготовляє котел НИИСТУ-5 з шахтно-шаровими топками для ефективного спалювання кам'яного і бурого вугілля з к.к.д. 75–85 %, яка забезпечує норми екології. Економія палива становить  $100...120 \frac{m.u.n}{MBm}$  за опалювальний період.

Основним шляхом підвищення к.к.д. чавунних котлів є виготовлення їх у вигляді котлоагрегатів спеціалізованого типу, які працюють тільки на одному виді палива, з механізацією і автоматизацією робочих процесів. Таким є котли “Братск-ІІ” для спалювання газу, “Братск-І” для спалювання кам'яного і бурого вугілля.

В останньому котлоагрегаті механізації топочного процесу досягають при обладнанні топки з шурувальною планкою: механізована подача палива на колосникову решітку, його переміщення по площі решітки, шурування шару палива, що горить, видалення утвореного шлаку.

Однак, в групових котельнях працює велика кількість котлів старої конструкції, у яких треба підвищувати к.к.д.

$$\text{Величину к.к.д. визначають з виразу: } \eta = \frac{Q_1}{Q_n} = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5},$$

Де  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5$  – втрати теплоти з вихідними газами, від хімічної і механічної неповноти згоряння, а також в навколишнє середовище. Для підвищення к.к.д. треба зменшувати втрати теплоти.

## **2. Зменшення втрат теплоти з вихідними газами.**

Втрати теплоти обумовлюються кількістю димових газів ( $\text{кг, м}^3$ ) і їх температурою. Чим більше ці параметри, тим більше втрати теплоти.

На температуру газів впливають такі показники: утворення накипу на внутрішніх і забруднення зовнішніх поверхонь котла.

Сира вода, яка поступає для живлення котлів, містить в собі розчинені накипоутворюючі солі, які при кипінні води виділяються з неї і прилипають до металевих поверхонь, утворюючи накип. Наявність накипу значно збільшує температуру вихідних газів і перевитрату палива – приблизно на 2% на кожен мм шару накипу. Тому сиру воду очищають від накипоутворюючих солей або хімічним шляхом або з допомогою протинакипного магнітного пристрою ( ПМУ ), де під дією магнітного поля певної напруженості і полярності солі, які містяться в воді, змінюють свою структуру, не осідають на поверхнях, а випадають в осад в вигляді кристалічного шламу, який потім періодично ( кожні 2-3 роки ) видаляють з котла, промиваючи його водою.

Застосування цього пристрою значно уповільнює процес утворення накипу. Вважаючи, що

1) при наявності ПМУ утворення шару накипу відбувається в два рази повільніше; 2) за рік утворюється шар накипу товщиною 1 мм; 3) в середньому котли очищають від накипу 1 раз в 6 років, знайдемо, що при відсутності ПМУ перевитрата палива становить: за перший рік після очистки котла 1%, а в подальші 5 років 3,5, 7,9, і 11% розрахункової витрати палива.

При наявності ПМУ , приймаючи зменшення товщини шару на 50%, визначимо зниження перевитрати палива, тобто його економію:  $( 1+3+5+7+9+11 ) - ( 0,5+1,5+2,5+3,5+4,5+5,5 )=18\%$  розрахункової витрати палива за шестирічний період або 3% за рік. ПМУ випускає Московський чавунолітейний завод ім. Войкова.

Накип виділяється із води, яка підживлює систему опалення. Тому важливим заходом боротьби з накипом повинно бути усунення витіку води із системи. Опорожнювати систему від води слід тільки в випадку аварії.

Автоматизація процесу підживлення води дозволяє значно знизити кількість підживлюваної води.

Як очистити котли від шару накипу на їх поверхнях? Перед тим, як провести очистку котла від накипу, треба переконатись в його наявності всередині стінок котла. При наявності шару накипу температура вихідних газів більш висока, ніж установлена для котла з чистими стінками, а температура води, яка виходить з котла, більш низька. Котли від накипу очищують з допомогою водного розчину інгібірованої соляної кислоти або олушенням. Чистку кислотою проводять повітряно-рідинним способом, застосовуючи повітряний компресор видатністю 6 м<sup>3</sup> повітря за годину. Стиснене повітря потрапляє в нижню частину секцій, наполовину заповнених розчином соляної кислоти, при цьому розчин піднімається вгору по секціям і розрихлює накип. Після закінчення чистки розчин із котла видаляють в каналізацію і всі секції декілька раз промивають водою.

Вилушення проводять розчином кальцинованої соди ( 15...20 г на 1т води ), яким заповнюють котел з подальшим кип'ятінням на протязі 16...24 год. Після закінчення цього процесу розчин з осадом видаляють в каналізацію і секції декілька разів промивають водою. Котли від накипу очищають через кожні 5...6 років ( в залежності від частоти підживлення системи водою і кількості в ній солей ).

Забруднення поверхні нагріву чавунних котлів з зовнішнього боку зменшують к.к.д. котла до 10%. Ці забруднення ( сажу, нагар, частинки незгорівшого палива ) можна видалити, застосовуючи розмелену і перемішану суміш такого складу, %: кухонної солі—70, нашатирю—20, алебастру—3, сірки—3, вологи—4. Суміш закидають в топку разом з паливом 2 рази на добу з розрахунку 1...1,5 кг суміші на добу на кожні 100м<sup>2</sup> поверхні нагріву котла.

Причинами втрат теплоти з вихідними газами є також проникнення надлишкового повітря через нещільності в котельному обладнанні і через зламані топочні дверцята і дверні рамки; при наявності зазорів і нещільностей між секціями внаслідок поганої якості робіт при збиранні котла,

невідрегульованість дуттьового вентилятора ( при цьому видатність його більша необхідної ).

Наявність названих дефектів можна визначити, спостерігаючи за кольором полум'я в топці котла і диму на виході з труби. При нормальному надлишку повітря колір шару палива на колосниковій решітці – соломино-жовтий, а дим на виході із труби – світло-сірий. При наявності надмірно великого надлишку повітря полум'я прозоре, світле, а дим безколірний.

### **3. Зменшення витрат теплоти від хімічної неповноти згоряння.**

Основна причина хімічної неповноти згоряння – недостатня кількість повітря, яке поступає в котел. Причини: 1) відволожування, негерметичність або засміченість борова; 2) розположення верхньої кромки димової труби нижче сусідньої будівлі, тому при вітрі повітря задувається в неї ( в цьому випадку трубу нарощують так, щоб вона була на 1 м вище сусідньої будівлі ); 3) відкриття шиберу за непрацюючим котлом; 4) накопичення золи і дрібних частинок незгорівшого палива в газоходах котла, що працює на твердому паливі, їх треба очищати 1 раз в 2 міс; 5) накоплення на колосниковій решітці надмірно товстого шару шлаку і палива ( товщина останнього не повинна перевищувати при спалюванні крупного бурого вугілля–80 мм, дрібного антрациту–100, крупного антрациту–200, дрібного торфу–400, кускового торфу–800мм); 6) недостача притоку повітря в котельню, що можна виявити за покращенням тяги при відкриванні вхідних дверей в котельню; 7) недостатність дуття при наявності дефектів дуттьових вентиляторів.

### **4. Зменшення втрат теплоти від механічної неповноти згоряння.**

Втрати теплоти від механічної неповноти згоряння пов'язані з частковим провалом твердого палива через прозори колосникової решітки, виносом частинок дрібного палива в газоходи і димову трубу, а також обгортанням кусків палива шлаком, що плавиться.

Втрата твердого палива може бути зменшена шляхом повторного використання тієї частки палива, яка провалилась через решітку; роздрібненням шлаку після видалення його з котла з вилученням і подальшим спалюванням тих кусків палива, які шлак обгортає; зменшення розрідження в топці, яке створює димова труба, для того, щоб зменшити винос дрібного палива. Необхідно також сортувати паливо: дрібні куски слід спалювати при високій температурі зовнішнього повітря, коли котли працюють при невисокій потужності, а крупні – в період з низькими температурами повітря ( грудень – лютий ).

### **5. Зменшення втрат теплоти в навколишнє середовище**

Втрати теплоти в навколишнє середовище можуть бути значно зменшені шляхом теплової ізоляції теплопроводів, інших металічних гріючих поверхонь і арматури, обладнанням відбивачів біля топочних дверцят і ін.

1. ТЕЦ виробляє до .... теплоти, що поступає в теплові будинки
  - а) 45-50%;
  - б) 45-80%;
  - в) 35-45%.
2. В пахівному балансі України доля вугілля складає:
  - а) 30%;
  - б) 40%;
  - в) 50%.

### **6. Складання графіків, забезпечуючи роботу окремих котлів в груповій котельні з високим к.к.д. на протязі всього опалювального періоду**

Втрати теплоти при роботі котлів значно зменшуються при розробці і здійсненні найбільш доцільного експлуатаційного графіка їх роботи на протязі опалювального періоду. Розробляючи його, виходять з такої вимоги: при будь-якій тепловидатності котельної ( в залежності від температури зовнішнього повітря) к.к.д. кожного котла повинен бути близький до максимального

значення цього коефіцієнта, яке можливе при прийнятому виді і якості палива. При збільшенні тепловидатності котла питомі ( що приходять на 1 кг спаленого палива ) втрати теплоти в навколишнє середовище зменшуються, а питомі втрати теплоти з вихідними газами, від механічної і хімічної неповноти згоряння збільшуються. Спочатку зменшення  $Q_5$  більше збільшення суми  $Q_2 + Q_3 + Q_4$  і к.к.д. котла росте. Однак з подальшим збільшенням тепловидатності котла зростання цієї суми більше втрат в навколишнє середовище і к.к.д. починає зменшуватись.

На рисунку 19 наведена така залежність к.к.д. газифікованого котла Універсал–5” в від його тепловидатності.

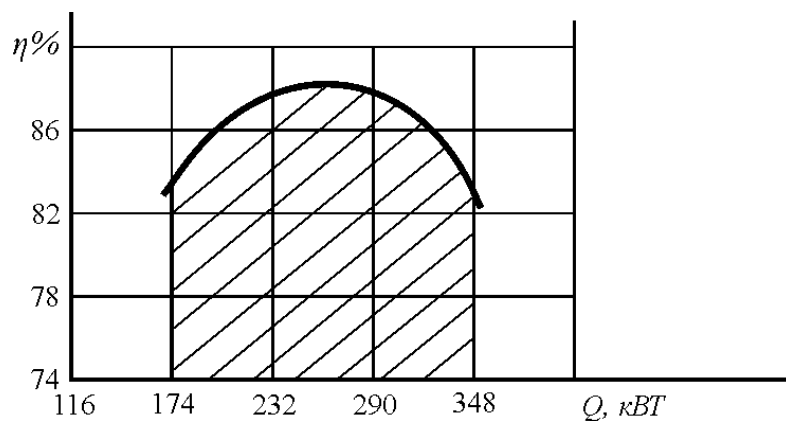


Рис.19

Заштрихована частина рисунка обіймає ту частину можливої тепловидатності, при якій він працює з найбільшим к.к.д. (0,84–0,89). Отже, він і повинен працювати на протязі всього опалювального періоду з такими ж тепловидатностями.

Виходячи з рисунка, можна визначити доцільні інтервали роботи кожного котла, наприклад, кожного з чотирьох, які мають сумарну розрахункову тепловидатність 1,58 МВт. Очевидно, один котел повинен виробляти 0,38 МВт, два – в інтервалі 0,35–0,7 МВт, три в інтервалі 0,7–1,15 і чотири – при потужності більше 1,15 МВт.



Виходячи з цих інтервалів роботи кожного котла і розрахункової температури зовнішнього повітря, далі визначають ті інтервали цих температур, при яких повинні працювати 1,2,3 і 4 котла. Наявність цих графіків кожній котельні дозволить зекономити значну кількість палива без додаткових затрат.

При наявності в котельній  $m$  котлів кількість спаленого в ній палива  $G$ , т у.п. можна визначити за формулою:

$$G = \left( \frac{\sum_{x=8^0 C}^{t_s} q_{1tx} \cdot n_{1tx}}{\eta_1^{cp}} + \frac{\sum_{t_{2ноч}}^{t_{2кін}} q_{2tx} \cdot n_{2tx}}{\eta_2^{cp}} + \dots + \frac{\sum_{t_{mно}}^{t_{mкі}} q_{mtx} \cdot n_{mtx}}{\eta_m^{cp}} \right) \frac{0,7}{a \cdot 10^6}$$

де  $t_{2ноч} \dots t_{mно}$  – температура зовнішнього повітря при якій починає працювати 2-й... $m$ -й котел,  $^0 C$ ;  $t_{2кін} \dots t_{mкі}$  – температура цього повітря, при якій закінчує працювати 2-й... $m$ -й котел;  $8^0 C$  – температура зовнішнього повітря, при якій починає роботу котельня;  $t_s$  – розрахункова температура зовнішнього повітря в опалювальний період;  $q_{1tx}, q_{2tx} \dots q_{mtx}$  – кількість теплоти, яка виробляється в відповідному котлі при температурі зовнішнього повітря  $t_x$ , Вт;  $n_{1tx}, n_{2tx} \dots n_{mtx}$  – число годин стояння температури  $t_x$  на протязі роботи відповідного котла, год/рік;  $\eta_1^{cp}, \eta_2^{cp}, \dots, \eta_m^{cp}$  – середній за період роботи відповідного котла його к.к.д.;  $a$  – коефіцієнт, рівний 0,7 при розрахунку теплоти в Гкал або 29,32 при розрахунку в ГДж; 0,7 – коефіцієнт, який враховує практичну можливість відхилення роботи котельної від графіка (зупинка окремих котлів для ремонту, чистка тощо).

Економію палива  $\Delta G$  визначають як різницю кількості спаленого в котельній палива при відсутності і при наявності в ній економічно доцільного графіка роботи окремих котлів. Допустимо в розрахунках виходити з того, що

при наявності такого графіка величини к.к.д. котлів будуть відрізнятись від максимального його значення не більш ніж на 3%.

#### Залежність к.к.д. котлів від їх тепловидатності

Вид палива	Тип котла	Розрахункова гранично допустима $Q, \text{кВТ}$	Інтервал $Q_{\text{при}} \eta_p - 3\%$	Розрахунковий к.к.д., %	К.к.д. котла при граничній $Q, \%$
Природний газ	У-5	690	230...44	79	61
	У-6	700	0	76	69
	У-6М	660	280...43	81	78
	Э-3	940	0	81	56
	Тула-3	1240	385...66	80	70
	Мінськ-1	795	0 255...65 0 410..800 255...63 5	82	69
Кам'яне вугілля	У-5	400	115..400	65	62
	У-6	550	115..400	65	55
	У-6М	410	115..400	65	61,5
	Э-3	820	150..560	66	52
	Тула –3	730	150..560	66	58
	Мінськ –1	650	150..560	66	61,5

Із таблиці випливає, що складання економічно доцільних графіків роботи котла забезпечить найбільший ефект при працюючих на вугіллі котлах У-6,Э-3 і Тула-3, а при спалюванні газу – при котлах У-5,У-6,Э-3, і Мінськ-1.

Тривалість стояння різних температур на протязі опалювального періоду  $t_x$  визначають за даними, які містяться в розділі СН и П “Строительная климатология и геофизика” для різних сполучень розрахункової зимової температури зовнішнього повітря  $t_3$  і тривалість цього періоду.

Послідовність виконання розрахунків  $\Delta G$  така:

а) визначають число годин стояння температури  $t_x$  (допустимо визначати інтервали цих температур, об'єднуючи їх в одну групу з їх різницею не більше  $5^{\circ}C$ );

б) виходячи з розрахункової потужності котельної і числа установлених в ній котлів, визначають в відповідності з таблицею інтервали навантажень, при яких повинні працювати один, два,  $m$  котлів (при відсутності графіка їх роботи і його наявності); в першому випадку виходять з гранично допустимого навантаження, в другому - з розрахункового,

в) виходячи з вказаних інтервалів визначають інтервали тієї температури, при яких повинні працювати 1,2,  $m$  котлів (при відсутності графіка і його наявності в котельній);

г) виходячи з формули, визначають річну витрату умовного палива в котельній при відсутності графіка і при його наявності;

д) визначають різницю  $\Delta G$ ;

е) визначають річний економічний ефект, який одержаний при наявності в даній котельній графіка роботи котлів:  $\Delta G \times$  вартість палива.

Приклад. В опалювальній котельній з розрахунковою тепловидатністю 2,3 МВт установлено 4 газифікованих котла У-5. Тривалість опалювального періоду  $5000 \frac{год}{рік}$ ;  $t_3 = -30^{\circ}C$ ; Вважаємо, що перший котел працює на протязі всього опалювального періоду як при наявності, так і при відсутності графіка.

Другий котел при його роботі з граничним навантаженням вводять в дію при  $t_{x2}$ , яку визначають з рівняння:

$$690 = \frac{18 - t_{x2}}{18 + 30} \rightarrow t_{x2} = 3,6^{\circ} C.$$

Аналогічно визначаємо:  $t_{x3} = -10,8^{\circ} C, t_{x4} = -25,3^{\circ} C$ .

При наявності графіка роботи їх з розрахунковим навантаженням:

$$560 = 2300 \frac{18 - t_{x2}}{18 + 30} \rightarrow t_{x2} = 5,9^{\circ} C, t_{x3} = -6,2^{\circ} C, t_{x4} = -18,3^{\circ} C.$$

Середню тепловидатність котлів при якійсь середній температурі в прийнятій інтервалі температур  $t_x^{cp}$  визначають з формули:

$$q_{tx}^{cp} = \frac{(18 - t_x^{cp})2300}{18 + 30}, \text{кВт.}$$

Результати розрахунків зводять в таблицю, звідкіля випливає, що при наявності графіків роботи прийнятих котлів економія палива може скласти  $\frac{(28888 - 24373) \cdot 0,7}{28888} \approx 10\%$  розрахункової її витрати.

## 7. Автоматичне регулювання тепловіддачі опалювальних приладів

Автоматичне регулювання тепловіддачі – один з важливих і обов'язкових заходів з енергозбереження. При підвищенні теплозахисту будівлі зростає частина теплоти, яка поступає від людей, електроприладів, газових і електричних плит, а також від сонячної радіації. Сьогодні доля внутрішніх теплоприпливів в приміщенні зросла з 13 до 24%. При цьому від сонячної радіації – з 5 до 10%. Перечисленні фактори характерні для умов, які складаються в конкретному приміщенні. До цього слід додати і централізоване регулювання тепловіддачі від опалювальних приладів, що призводить до значного підвищення температури повітря. А це в свою чергу не тільки порушує тепловий комфорт в окремих приміщеннях, а і призводить до значних втрат теплоти системами опалення. Слід знати, що підвищення температури

на  $1^{\circ}\text{C}$  викликає підвищення теплової потужності системи опалення в середньому на 6%.

Для розв'язання цієї проблеми СН и П 2.04.05–91 передбачає “в житлових і громадських будівлях біля опалювальних приладів установлювати автоматичні терморегулятори”.

Із терморегуляторів найбільше розповсюдження в останній час одержали термостатичні регулювальні вентиля, які функціонують без використання додаткової (електричної або механічної) енергії. Принцип їх дії полягає в тому, що при зміні температури повітря в приміщенні відбувається зміна умов тепловіддачі на температурному датчику і пов'язана з ним зміна внутрішньої енергії датчика використовується для приводу вентиля. Датчик, таким чином, реагує на температуру приміщення, а термостат (датчик + пружина) порівнює вимірюване значення з заданим і змінює пропорціонально відхиленню міру закриття вентиля. За рахунок цього змінюється витрата теплоносія через опалювальний прилад, а відповідно, тепла потужність опалювального приладу.

В залежності від конструкції термостатичні вентиля бувають прохідні, кутові і триходові.

Температура в приміщенні наперед налаштовується. Термостатичний вентиль, опалювальний прилад і приміщення утворюють контур регулювання (рис.20).

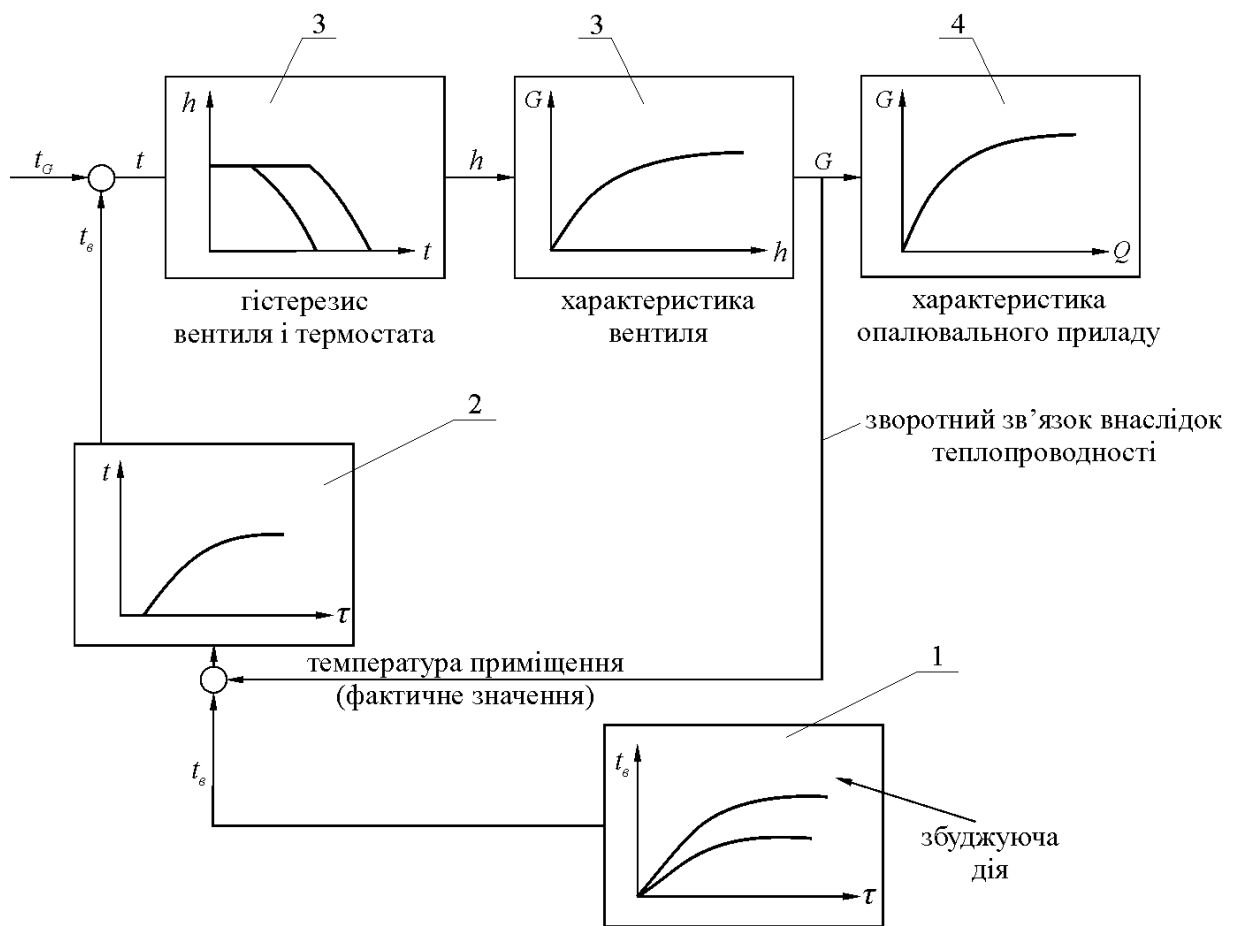


Рис.20 Контур регулювання.

1– приміщення; 2- термостат (регулятор);

3- термостатичний вентиль на опалювальному приладі; 4–  
опалювальний прилад.

$h$  – хід вентиля;  $Q$ – теплова потужність;  $t$ – температура;  $t_s$ – температура  
в приміщенні;  $\tau$  – час;  $G$ – витрата теплоносія.

1. Для підвищення ККД котлів, надо:
  - а) Збільшити використовуєму кількість палива;
  - +б) Зменшит втрати теплоти;
  - в) Зменшити використовуєму кількість палива.
2. Основна причина хімічної неповноти згорання палива:
  - а) Велика кількість вологи палива;
  - +б) Недостатня кількість повітря;

в) Велика зольність палива.

## 8. Терморегулятор “Данфосс”

Найбільш поширеним і досконалим є терморегулятор датської компанії “Данфосс”, виробництво його засновано в Україні ( рис.21). [12].

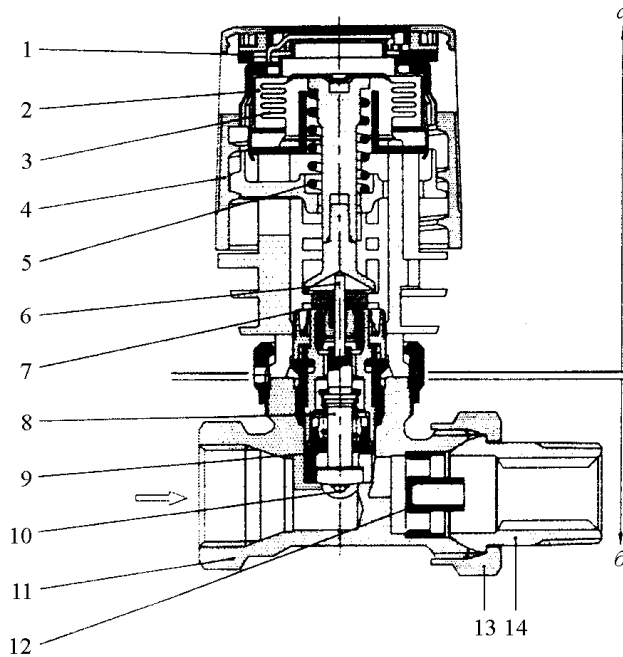


Рис.21 Терморегулятор із вбудованим датчиком

а – регулятор (термостатична головка); 1 – обмежувальні кільця; 2 – термостатичний датчик (сенсор); 3 – сильфон; 4 – шкала настроювання; 5 – пружина настроювання; 6 – натискний штифт; 7 – ущільнювальне кільце;

б – термостатичний клапан; 8 – шток; 9 – дросель; 10 – конус клапана; 11 – корпус клапана;

12 – стабілізатор потоку; 13 – накидна гайка; 14 – патрубок (хвостовик)

Для виготовлення терморегуляторів освоєно найдосконалішу технологію виробництва газоконденсатних сенсорів. Сенсор 2 є головним елементом терморегулятора. Він відслідковує зміну температури в приміщенні шляхом відповідного скорочення або подовження сильфона 3. При цьому зміщується

шток 8 клапана і змінюється витрата теплоносія в опалювальному приладі, завдяки чому досягається необхідний тепловий комфорт і водночас економиться енергія.

Наступною особливістю конструкції терморегуляторів “Данфосс” є форма регулювального отвору дроселя, котра має вигляд спеціально профільованої криволінійної щілини з додатковим повно прохідним отвором. Таке технічне рішення максимально зменшує вірогідність засмічення терморегулятора та спрощує процес очищення дроселя.

За допомогою дроселя здійснюють гідравлічне настроювання циркуляційних кілець системи опалювання. Повернувши дросель, змінюють величину криволінійної щілини для проходу теплоносія. Загальна кількість положень настроювання дорівнює чотирнадцяти.

Діапазон температур, в межах якого відхилення температури повітря приміщення не призведе до початку спрацювання вентиля, дорівнює 2 град (не менше 1 град.). Відбувається це із-за того, що термостатичний вентиль складається з нерухомих і рухомих частин, на поверхнях дотикання яких одна з другою виникає тертя, яке перешкоджає руху.

## **9. Засоби обліку споживання і розподілу енергії в будівлях**

Енергозбереження в будівлях неможливе без системи обліку і розподілу енергії. Так, встановлено, що фактична витрата води становить 30–60 % від встановлених норм. На сьогодні оплата за опалення становить значну частину оплати за будівлю.

Достовірність обліку теплової енергії і витрат теплоносіїв залежить від правильності вибору засобів і систем вимірювання, а також контролю за їх станом і роботоздатністю.

Для обліку витрати гарячої і холодної води застосовуються водолічильники або водоміри. За діапазоном вимірюваних витрат вони поділяються на квартирні, які призначені для обліку споживання гарячої і холодної води в одній квартирі і встановлюються на вводі гарячої і холодної



води в одноквартирний дім, або на горизонтальному відгалуженні від стояка до водозаборної арматури, і на будинкові, призначені для обліку витрати води в будівлі.

За використанням для обліку витрати води фізичним принципом водолічильники поділяються на механічні, в яких потік води обертає крильчатку турбінку ( крильчаті водоміри ) або гвинт ( гвинтові водоміри ), від яких обертання через систему шестіренчатих коліс передається на механічний роликівий лічильний пристрій або зчитується сенсорами мікропроцесора з частково покритого металом пластмасового вала ( електронні витратоміри), на індукційні, в яких потік води, який проходить через магнітне поле, змінює його індукцію, яку враховує лічильний пристрій, і на ультразвукові, в яких характеристика відбитого звукового сигналу змінюється в залежності від швидкості руху потоку рідини, тобто від її витрати.

Водолічильники перевіряються 1 раз на рік.

Для обліку кількості витраченої теплової енергії застосовують теплові лічильники.

Будинкові теплотлічильники вимірюють два параметра: витрату теплоносія і перепад температур на вході і виході в тепломережі в будівлю. Вони включають в себе водомірну частину, яка вимірює витрату теплоносія, температурні датчики, які вимірюють температуру потоку теплоносія на вході і виході із будівлі, електронний лічильник, який перераховує виміряні параметри в витрату теплоти. Для будинкових теплотлічильників застосовують, як правило, сухі (за рахунок магнітного зчеплення лічильний пристрій герметично відділений від водомірної частини, що виключає утворення конденсата) багатоструменеві витратоміри, які встановлюються на вертикальні і горизонтальні трубопроводи.

Як температурні датчики для теплотлічильників застосовують термометри опору з платиновими елементами, що дозволяють зменшити масу, а відповідно, теплову інерцію чутливого елемента і забезпечити високу точність:  $0,02...0,05^{\circ}\text{C}$ .

Мікропроцесор лічильного пристрою проводить опитування витрати і показів термометрів через рівні проміжки часу ( $\approx 20c$ ), запам'ятовує показання, обчислює витрату теплової енергії в кВт-год або МВт-год і складає показання. Мікропроцесор дозволяє зчитувати поточні значення вимірюваних параметрів і обчислюваних витрат теплової енергії, а також сумарну витрату теплової енергії за певні періоди з рідиннокристалічного дисплею або з допомогою вимірювального комп'ютера через M-Bus-рознімання або оптичного інтерфейсу.

Приладні теплолічильники бувають двох типів: випарні і електронні. Теплолічильники, основані на випарному принципі, монтуються безпосередньо на поверхні опалювального приладу і включають корпус зі шкалою, в якій вмонтована ампула, яка містить випаровувану рідину – металбензоат, що застосовується в парфумерній промисловості. При контакті ампули з поверхнею опалювального приладу рідина випаровується (кількість випарованої рідини буде прямопропорційна тепловому потоку, який пройшов від приладу до обслугованого приміщення). Для кожного типу опалювального приладу застосовується своя шкала.

Щорічно після завершення опалювального періоду в приладний теплолічильник встановлюється нова ампула, заповнена робочою рідиною іншого кольору. При цьому ампула попереднього року зберігається в приладі ще один рік і доступна для контролю. Корпус приладного теплолічильника пломбується. Слід сказати, що даний тип приладу дуже простий і надійний в експлуатації, однак пов'язаний з великими працезатратами при виконанні розрахунків за споживану кількість теплової енергії і вимагає постійного доступу обслуговуючого персоналу в квартири жителів. Крім того, система обліку витрат теплоти за допомогою випарних теплолічильників не реагує на нарощування мешканцями поверхні нагрівальних приладів і вимагає кожного року заміни випарних трубок (рис.22). Цей метод неточний.

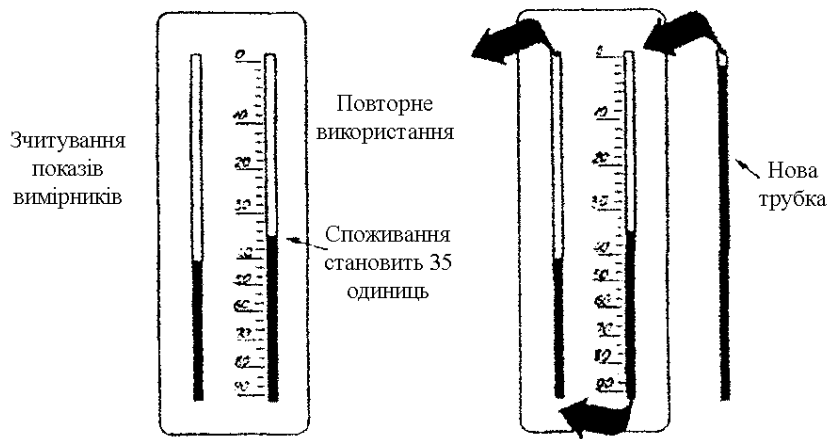


Рис.22 Зчитування показів вимірників і заміні трубок

Електронні приладні теплолічильники мають два датчика температури. Один з них реєструє температуру поверхні опалювального приладу, другий – температуру повітря приміщення. Крім того, приладні теплолічильники можуть оснащуватись радіопередатчиками, які в певний час посилають радіосигнал про витрату теплоти опалювальним приладом на приймач радіосигналів, розташований на сходовій клітці. Персонал, що обслуговує будівлю, може перевести показ через штекерний роз'єднач на персональний комп'ютер типу Note-Book, не заходячи в квартиру. Електронні приладні теплолічильники дорожче випарних, а оснащення радіопередатчиками збільшує їх вартість, однак вони більш точні, надійні в експлуатації і значно економлять час на виконання розрахунків.

За сьогоднішніх умов більш прийнятною є система обліку теплової енергії, згідно з якою:

–на вводах теплоносія в будинок здійснюють облік спожитої теплової енергії будинком шляхом встановлення тепломірів (комерційний облік теплової енергії), рис.

Відповідно до нових норм вводи теплових мереж у всі будинки повинні проектуватися з лічильниками тепла.

1. Підвищення температури в приміщенні на 1<sup>0</sup>С викликає підвищення теплової потужності систем опалення в середньому:
  - а) на 10%;
  - б) на 15%;
  - в) на 6%.
2. Автоматичний терморегулятор дає можливість:
  - +а) Змінювати втрати теплоносія через опалювальний прилад;
  - б) Підвищувати температури теплоносія;
  - в) Регулювати температуру в приміщенні.

### ЛЕКЦІЯ 7.

**Засоби обліку споживання і розподілу енергії в будівлях: водоміри, теплові лічильники, системи обліку витрати теплової енергії. .  
Визначення кількості спожитого тепла та його оплати.**

#### План

1. Визначення кількості спожитого тепла та його оплати

#### **1. Визначення кількості спожитого тепла та його оплати**

При влаштуванні комерційного обліку тепла необхідно, використовуючи покази водомірів і покази теплового лічильника в тепловому пункті, здійснити розрахунки вартості спожитої теплової енергії для кожного автосервісного підприємства. Для цього за нижче наведеними формулами слід визначити розрахункові показники.

1. Розрахункова річна витрата теплоти на будівлю (секцію):

$$Q_{\text{річ}} = 0,086 \frac{Q \cdot n}{t_e - t_s},$$

де Q – розрахункова теплова потужність системи опалення будівлі ( секції ), кВт;

n – кількість градусо-днів міста будівництва (КГД).

2. Питома річна витрата теплоти, віднесена до  $1\text{ м}^2$  площі будівлі, що опалюється:

$$q_{\text{річ}} = \frac{Q_{\text{річ}}}{\sum F_i^{\text{он}}},$$

де  $\sum F_i^{\text{он}}$  – сума площ усіх будівель, що опалюються,  $\text{ м}^2$ .

3. Розрахункова річна витрата теплоти для кожної будівлі,  $\text{ ГДж} / \text{ рік}$ :

$$Q_{\text{іпрі}} = q_{\text{річ}} F_i^{\text{он}},$$

де  $F_i^{\text{он}}$  – площа окремої будівлі, що опалюється.

4. Розрахункова річна кількість теплоносія, яка необхідна для опалення кожної будівлі,  $\text{ м}^3 / \text{ рік}$ :

$$G_{\text{іпрі}} = 20,5 \frac{Q_i n}{(t_6 - t_3) \Delta t},$$

де  $Q_i$  – розрахункова теплова потужність системи опалення, кВт;

$\Delta t$  – розрахункова різниця температур у подавальному і зворотному трубопроводах системи опалення,  $^{\circ}\text{C}$ .

Результати розрахунків заносять в таблицю.

### Розрахункові показники кожної будівлі

По ве рх	№ будівлі	Розрахункові показники кожної будівлі			
		Площа будівлі, що опалюєтьс я $F_i^{\text{он}}$ , $\text{ м}^2$	Теплова потужніст ь, кВт	Річна витрата теплоти, $Q_{\text{іпрі}}$ , $\text{ ГДж} / \text{ рік}$	Річна ви- трата теплоносія, $G_{\text{іпрі}}$ , $\text{ м}^3 / \text{ рік}$
	1				

1	2					
	i					
		Показники по будівлі в цілому				
		$\sum F_i^{on}$	Q, кВт	$Q_{річ}, ГДж/рік$	$q_{річ}, ГДж/м^2 рік$	

6. Сума платежів від кожної будівлі визначається за формулою,  $\frac{грн}{рік}$

$$П_i = K_i \cdot T \cdot Q_{річ}^{ліч} \cdot G_{іппі}^{ліч} \cdot \beta,$$

де  $K_i$  – постійна для кожної будівлі величина:

$$K_i = \frac{Q_{іппі}}{Q_{річ} G_{іппі}};$$

$T$  – тариф на теплову енергію,  $\frac{грн}{ГДж}$ ,  $Q_{річ}^{ліч}$  – річна витрата теплоти будівлею,

$\frac{ГДж}{рік}$ , заміряна теплотічильником, який встановлений у тепловому пункті,

$G_{іппі}^{ліч}$  – річна витрата теплоносія,  $\frac{м^3}{рік}$ , у системі опалення СТО, заміряна

некомерційним водоміром на ввіді теплоносія до СТО,  $\beta$  – коефіцієнт на невраховані втрати теплоти:

$$\beta = \frac{1}{\sum K_i G_{іппі}^{ліч}}.$$

Результати розрахунків сум платежів по будівлях заносяться в таблицю.

1. Водяні лічильники перевіряються:

- а) Раз в два роки;
- +б) Раз на рік;
- в) Раз на п'ять років.

2. Термометри опору з платиновими елементами дозволяють:

- а) Збільшити теплову енергію чутливою елемента теплотічильника
- б) Зменшити утворення конденсата в теплотічильнику.

+в) Зменшити теплову енергію чутливого елемента тепло лічильника.

3. Електронні прилади тепло лічильника мають:

а) Три датчика температури;

б) Один датчик температури;

+в) Два датчика температури.

Навчальне видання

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
**«ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ»**

ЄСІПОВ Олександр Вікторович  
ПОЛЯШЕНКО Сергій Олексійович

Формат 60x84 1/16. Гарнітура Times New Roman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.  
Ум. друк. арк. – 4,36

Державний біотехнологічний університет  
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44