

# **ТЕМА 4: ПАСИВНЕ БУДІВНИЦТВО – ТЕХНОЛОГІЯ МАЙБУТНЬОГО**

- 1. Розвиток ідеї пасивного будівництва.**
- 2. Концепція пасивного будинку.**

## **1. РОЗВИТОК ІДЕЇ ПАСИВНОГО БУДІВНИЦТВА**

**Зростаючі ціни на енергоносії стимулюють економно їх використовувати. Доцільність такого підходу показують європейські країни. Одним із заходів вирішення даної проблеми є енергозберігаючі технології. До 2030 року в Європі планують будувати будинки, які дають більше енергії, ніж споживають.**

**Зокрема, в Європі в сфері будівництва усе більш популярними стають так звані пасивні будинки, які можуть опалюватися людським теплом, особливої циркуляцією повітря й споживають мінімум енергії.**

**Пасивний або енергоефективний будинок** - це будинок з низьким енергоспоживанням - близько 10% від звичайного енергоспоживання. В ідеалі він представляє собою незалежну енергосистему, що не вимагає витрат на підтримку комфортної температури. Так, опалення пасивного будинку повинне відбуватися завдяки теплу, що виділяється людьми які в ньому живуть, побутовими приладами та альтернативними джерелами енергії. Гаряче водопостачання здійснюється за рахунок установок поновлюваної енергії - наприклад, теплових насосів або сонячних колекторів.

Перша згадка про пасивні будинки з'явилася напередодні енергетичної кризи 74-75 роки минулого століття. Експериментальна енергоефективна будівля була побудована в 1972 році в Манчестері (США). Вона мала кубічну форму, що забезпечувала мінімальну поверхню зовнішніх стін при даному об'ємі, а площа скління не перевищувала 10%, що дозволяло зменшити втрати тепла за рахунок об'ємно-планувального рішення. Покриття плоскої покрівлі було виконано в світлих тонах, що

**зменшувало її нагрівання й відповідно знижувало вимоги до вентиляції в теплу пору року. На покрівлі будівлі були встановлені сонячні колектори.**

**Трохи пізніше, в 1973...1979 роках, у фінському місті Отаніємі був побудований комплекс Econo-house, де крім об'ємно-планувального рішення, що враховує особливості місця розташування і клімату, була застосована особлива система вентиляції: повітря нагрівався за рахунок сонячної радіації, тепло якої акумулювалося спеціальними склопакетами і жалюзями. Також в загальну схему теплообміну будівлі, що забезпечує енергоефективність, були включені сонячні колектори та геотермальна установка. Форма скатів покрівлі будівлі враховувала широту місця будівництва і кути падіння сонячних променів у різні пори року.**

**Проте вперше повноцінну схему обладнання пасивного будинку розробили в травні 1988 року. Концепція розроблялася в численних дослідницьких проектах, фінансованих німецькою землею Гессен. З тих пір технологія пасивного будинку удосконалювалася, і сьогодні на її основі побудовано більше 2 тис. споруд у Західній Європі.**

**Найбільш яскраві приклади - особняки в місті Ульмі, побудовані в 2000 році, переобладнаний в пасивний будинок звичайний студентський гуртожиток у Вупперталі і перша в світі будівля, в якій виробляється більше енергії, ніж витрачається, зведена в 2001 році у Вайце.**

**В Україні станом на 2010 рік було зареєстровано 4 пасивні будинки, перший із яких було зведено у 2008 році у м. Києві «Будинок Сонця».**

**Будинок не підключений до газу. Опалення (узимку) як і охолодження/кондиціювання (влітку), а також підготовка гарячої води для потреб мешканців і для великого, просторого басейну (21 м<sup>3</sup>) здійснюється за рахунок альтернативних джерел енергії (геотермальний тепловий насос, ґрунтовий теплообмінник, сонячні колектори). У першу ж чергу економія енергії відбувається за рахунок відповідного архітектурно-планувального рішення, у якому враховуються основні принципи енергетично-вигідної архітектури: орієнтація за сторонами світу, компактність, пасивний підігрів приміщень через південне скління, буферні приміщення, запобігання «містків тепла» і т.д.**





## 2. КОНЦЕПЦІЯ ПАСИВНОГО БУДИНКУ.

### Основні критерії «пасивного будинку»

**Будівництво «пасивного будинку» передбачає обов'язкове виконання деяких вимог. Базовий критерій пасивного будинку – це створення неперервної оболонки будівлі з підвищеною теплоізоляцією та коефіцієнтом теплопровідності  $<0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .**

**Необхідним також є відповідність будівлі наступним стандартам:**

- Конструкція пасивного будинку передбачає, як правило, використання екологічно коректних матеріалів, часто традиційних – дерево, камінь, цегла. Також використовуються продукти рециклізації неорганічного сміття – бетону, скла, металу.**
- Усунення «містків холоду», тобто місць, через які тепло втрачається. Ними можуть бути погано ізольовані стіни, дахи, старі вікна і т.п. Саме існування таких містків холоду обумовлює необхідність опалення в наших будинках.**
- Компактність споруди.**

- Пасивне використання сонячної енергії завдяки орієнтації будинку на південь і відсутності ділянок, які б знаходились в тіні.
- Спеціальні високоякісні вінка і віконні профілі з коефіцієнтом теплопровідності  $< 0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , енергопроникністю – біля 50%.
- Норма повітрообміну згідно тесту на різницю тиску:  $n_{50} < 0,6/\text{ч}$ . Для обміну повітрям з навколишнім середовищем також використовують деякі технології, що дозволяють знизити зайві тепловтрати. В залежності від пори року і відповідної температури повітря використовується або попередній підігрів повітря, або попереднє охолодження. Як правило, це досягається шляхом використання спеціального підземного повітропроводу, який в своїй роботі використовує температуру землі.
- Рекуперація тепла із відпрацьованого повітря (відсоток збереження тепла  $> 75\%$ ).
- Високоєфективні установки економії електроенергії, яка використовується в господарських цілях.
- Підігрів води за допомогою сонячних колекторів чи теплової помпи.
- Такий неважливий, на перший погляд, параметр, як колір, відіграє дуже важливу роль в пасивному будинку. Як відомо, від кольору залежить його теплообмін, саме тому для будинків пасивного типу характерний білий колір стін і даху.



**Останнім часом використовується також дзеркальне покриття стін, що в більшій мірі знижує вплив зовнішніх факторів на клімат всередині будинку.**

### **Додаткове опалення і охолодження «пасивного будинку»**

**Великі пасивні будинки, а також приміщення шкіл і промислових комплексів часто вимагають наявності додаткового опалення. Однак, мається на увазі не опалення традиційними газовими, твердопаливними чи ін. котлами. В даному випадку можуть бути використанні лише альтернативні джерела енергії (наприклад, **теплові насоси**, **сонячні батареї** і т.п.) або опалення за допомогою повітря (тобто шляхом електричного підігріву повітря, що потрапляє в будинок за допомогою контрольованої вентиляційної системи). Ці витрати енергії враховуються на етапі проектування пасивних будинків, що пов'язано з необхідністю уникнути виходу за межі встановлених нормативами показників.**

**Одним із найважливіших елементів в концепції «пасивного будинку» є підведення свіжого повітря в приміщення.**

**Дана концепція «опалення свіжим повітрям» являється єдиною можливою в будинку з високою теплоізоляцією, яким і є «пасивний будинок». При цьому, теплове навантаження повинно бути менше 10 Вт/кВ.м, що дозволяє використовувати свіже повітря для опалення.**

### **переваги якими характеризується технологія «пасивного будинку»?**

**По-перше, економічністю: не потрібно витрачатись на підключення до центральних мереж опалення і газу, а витрати електричної енергії на опалення пасивних будинків в 7-12 разів менші, ніж в побудованих за традиційною технологією цегляних будинках.**

**По-друге, енергобезпечністю, що пов'язано з відсутністю в пасивних будинках мереж газу та теплоцентралей. Потрібна лише вода і електроенергія в розмірі 10 кВт на будинок чи квартиру.**

**По-третє, енергонезалежністю: в пасивних будинках наявні масивні несучі стіни, плити підлоги першого**

**поверху і перекриття між поверхами, що сприяє кращій акумуляції тепла і децентралізації енергозбереження.**

**По-четверте, екологічністю: в будинках, побудованих по даній технології, застосовуються сучасні будівельні матеріали і конструкції, а також новітнє інженерне обладнання. В пасивних будинках циркулює чисте і тепле свіже повітря, стіни і підлога постійно залишаються теплими.**

### **Вартість пасивного будинку**

**У пасивному будинку немає традиційної системи опалення, котла, радіаторів. Однак більше коштів витрачається на забезпечення відповідної ізоляції і герметичності об'єкта (шар пінопласту чи мінеральної вати повинен бути на кільканадцять сантиметрів товстішим від традиційної технології) та на придбання високоякісних вікон. Додаткових витрат потребують і високоефективна система механічної вентиляції з рекуперацією, сонячні колектори й батареї, теплові помпи. На перший погляд здається, що все це астрономічно дорого. А між тим ще у проекті пасивного будинку можна передбачити систему**

**механічної вентиляції з рекуперацією, яка потребуватиме невеликих коштів, адже можна придбати продукцію вітчизняних виробників.**

**Вартість сонячних колекторів, які використовують у пасивних будинках для приготування гарячої води, може бути різною: дешевші — плоскі колектори, дорожчі — вакуумні. Зрозуміло, що комплексна солярна система (із сонячними колекторами, системою для їх кріплення, бойлером з теплообмінником, помповою групою із запобіжним клапаном, електронною системою керування, незамерзаючою рідиною і тепловою ізоляцією) обійдеться дещо дорожче.**

**Вартість спорудження пасивного будинку приблизно **на 30% вища** від будівництва за класичною технологією. Однак експлуатація пасивного будинку набагато дешевша, тож вкладені у його зведення кошти швидко окупляться. Крім того, власник такого будинку стане енергетично незалежним, що особливо вигідно з огляду на постійне зростання вартості традиційних енергоносіїв, і водночас забезпечить себе житлом, що відповідає високим стандартам.**













# ТЕМА 5: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПАСПОРТ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ БУДИНКІВ

1. **Структура енергетичного паспорту будинку.**
2. **Класи енергетичної ефективності.**
3. **Контроль теплозахисту.**

## 1. СТРУКТУРА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПАСПОРТА БУДИНКУ.

**Від 1 січня 2008 року новими нормами проектування теплової ізоляції будинків вперше в Україні передбачається складання енергетичного паспорту.**

**Енергетичний паспорт будинку** — документ, що містить геометричні, енергетичні й теплотехнічні характеристики будинку, що проектується або експлуатується, та встановлює їх відповідність вимогам нормативних документів.

**Енергетична ефективність будинку** — властивість теплоізоляційної оболонки будинку та його інженерного

**обладнання забезпечувати оптимальні мікрокліматичні умови приміщень під час фактичних або розрахункових витрат теплової енергії на опалення будинків.**

**Питомі витрати теплової енергії** — показник енергетичної ефективності будинку, що визначає витрати теплової енергії на забезпечення оптимальних теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалюваної площі або об'єму будинку.

**Клас енергетичної ефективності** — рівень енергетичної ефективності будинку за інтервалом значень питомої витрати теплової енергії на опалення будинку за опалювальний період.

***Енергетичну ефективність будинків необхідно розраховувати на підставі методик, які можуть відрізнитися по регіонах, але повинні містити в собі не тільки фактори теплової ізоляції будинків, а й інші фактори, значення яких з часом все більше зростає, а саме: ефективність систем опалення, кондиціювання й устаткування, що використовує відновлювані джерела енергії.***

**Звідси випливає, що енергетичний паспорт будинку повинен відображати рівень споживання енергії його**

**інженерними системами, з урахуванням можливостей сучасних технологій теплового захисту, застосування й бездоганного функціонування ефективного устаткування, здатного забезпечити рівень комфорту, властивий будинкам, що будуються в наш час.**

**Саме такий підхід до складання енергетичного паспорту будинку лежить в основі проекту Державного стандарту України (ДСТУ) «Енергетична ефективність будинків», підготованого Центром енергозбереження КиївЗНДІЕП.**

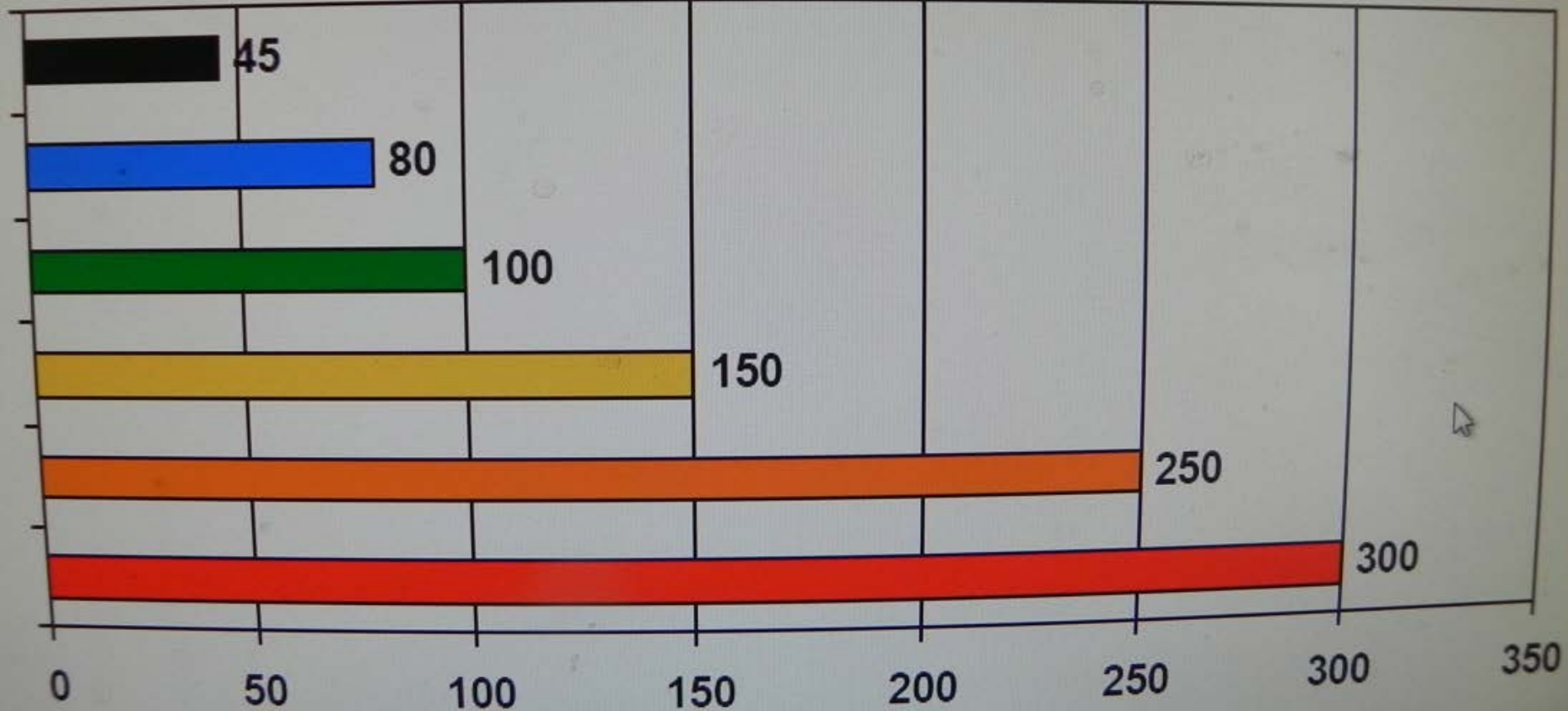
**Відповідно до проекту ДСТУ, кожний проєктований будинок має бути віднесений до одного із класів енергоіндексації. Всього в європейській енергоіндексації є сім класів, які позначаються літерами А, В, С, D, Е, F, G. В табл. 1 приведена енергетична класифікація будинків.**

**Таблиця. 1**

## Енергетична класифікація будинків

Енергетичний клас	Енергетична оцінка	Показник ЕА (кВт.год/м <sup>2</sup> .рік)
<b>A+</b>	<b>Пасивний</b>	<b>до 15</b>
<b>A</b>	<b>Низькоенергетичний</b>	<b>від 15 до 45</b>
<b>B</b>	<b>Енергоощадний</b>	<b>45 до 80</b>
<b>C</b>	<b>Середньоенергоощадний</b>	<b>80 до 100</b>
<b>D</b>	<b>Середньоенергоємний (задовольняє актуальні вимоги)</b>	<b>100 до 150</b>
<b>E</b>	<b>Енергоємний</b>	<b>150 до 250</b>
<b>F</b>	<b>Високоенергоємний</b>	<b>понад 250</b>

## Сезонний показник затрат тепла для опалення будинку в стандартному опалювальному сезоні.



На передпроектній стадії клас будинку визначають за ознаками, вказаними у табл. 2. Замовник проекту вказує у Завданні на проектування, що будинок, проект якого він замовляє, повинен відповідати вимогам певного класу енергоіндексації. Проектувальник, користуючись даними табл.2, закладає у проект технічні рішення, що відповідають вимогам цього класу.

Клас	Характерні ознаки класу
G	<p><b>Будинок з огороджувальними конструкціями, термічний опір яких не перевищує мінімальних значень, встановлених нормами проектування. У системах інженерного обладнання не застосовано технічні рішення, рекомендовані в розділах «Вимоги до енергозбереження» відповідних норм проектування.</b></p>
F	<p><b>Будинок з огороджувальними конструкціями, термічний опір яких на 10-20% перевищує значення, встановлені нормами проектування. У системах інженерного обладнання не застосовано технічні рішення, рекомендовані в розділі «Вимоги до енергозбереження» відповідних норм проектування.</b></p>
E	<p><b>Будинок з огороджувальними конструкціями, термічний опір яких на 20-30% перевищує значення, встановлені нормами проектування. У будинку застосовано окремі технічні рішення, рекомендовані в розділі «Вимоги до енергозбереження» відповідних норм проектування, наприклад, запроектовано окремі вентиляційні системи з рекуперацією тепла витяжного повітря.</b></p>

Клас	Характерні ознаки класу
D	<p><b><i>Будинок з огороджувальними конструкціями, термічний опір яких на 30-35% перевищує значення, встановлені нормами проектування. У будинку застосовано кілька технічних рішень, рекомендованих у розділі «Вимоги до енергозбереження» відповідних норм проектування, наприклад, всі основні вентиляційні системи запроектовані з рекуперацією тепла витяжного повітря.</i></b></p>
C	<p><b><i>Будинок з огороджувальними конструкціями, термічний опір яких на 35-40% перевищує значення, встановлені нормами проектування. У системах інженерного обладнання застосовано більшість технічних рішень, рекомендованих у розділі «Вимоги до енергозбереження» відповідних норм проектування, наприклад, всі основні вентиляційні системи запроектовані з рекуперацією тепла витяжного повітря, для гарячого водопостачання використовується тепло конденсації холодильного агента системи кондиціонування, а для теплопостачання частково використовується енергія навколишнього середовища, перетворена в теплових помпах.</i></b></p>



Клас	Характерні ознаки класу
<b>В</b>	<i>Будинок з огороджувальними конструкціями, термічний опір яких на 40-65% перевищує значення, встановлені нормами проектування. У будинку застосовано всі технічні рішення, рекомендовані в розділі «Вимоги до енергозбереження» відповідних норм проектування. Для теплопостачання будинку використовується енергія навколишнього середовища, перетворена в теплових помпах, а також сонячна енергія.</i>
<b>А</b>	<i>Будинок з огороджувальними конструкціями, термічний опір яких на 65-100% перевищує значення, встановлені нормами проектування. У будинку застосовано новітні світові технології, за якими обладнують сучасні пасивні будинки.</i>

**Будинки з енергетичною ефективністю, що не відповідають вимогам класу С, відносять до споруд, які не відповідають стандарту енергоефективності, і їм клас енергоіндексації не присвоюється.**

**Щоб визначити клас будинку на основі робочого проекту, потрібно оцінити такі його параметри:**

- узагальнений термічний опір огорожень;**

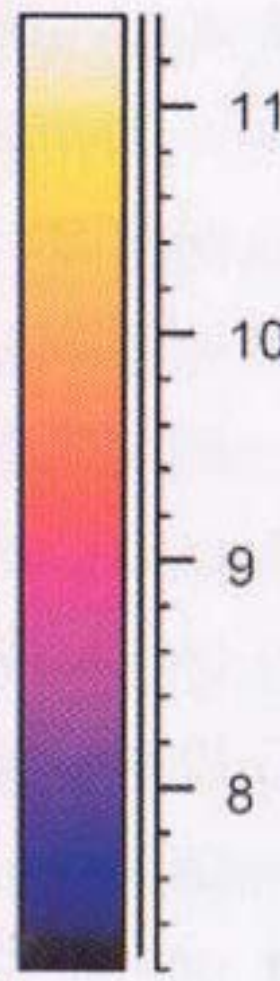
- **питому теплову потужність всіх систем, що споживають тепло;**
- **питому теплову потужність відновлюваних джерел енергії;**
- **річне споживання теплової енергії системами, що споживають тепло;**
- **питоме річне використання відновлюваної теплової енергії;**
- **питоме річне споживання первинного палива;**
- **питома кількість вуглекислоти, що викидається у повітря.**

### **3. КОНТРОЛЬ ТЕПЛОЗАХИСТУ**

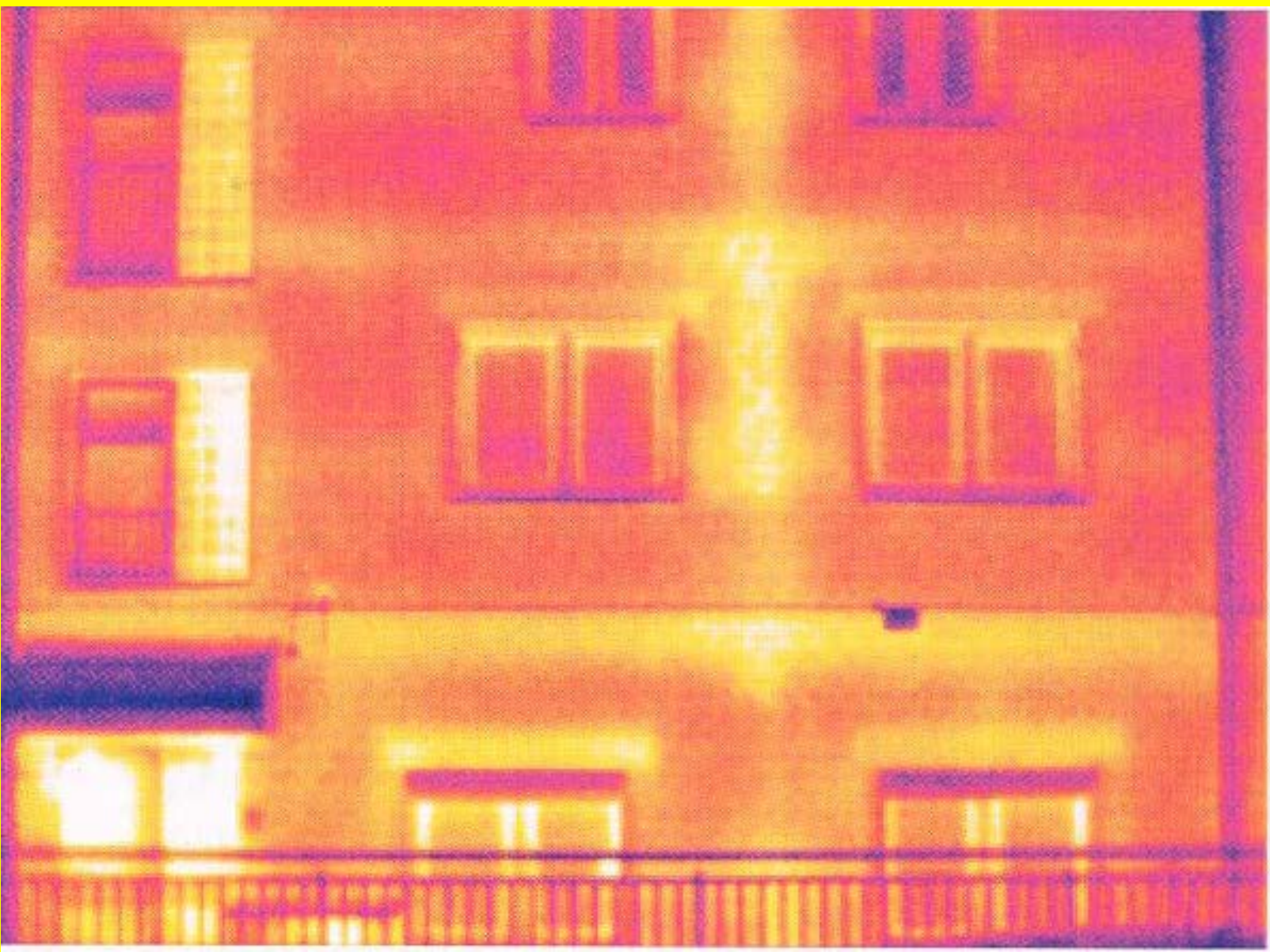
**У процесі зведення будинків, а також при здаванні будинку в експлуатацію нові норми вимагають проводити для кожного об'єкту тепловізійний контроль якості теплозахисту для виявлення будівельних дефектів. Правила контролю дозволяють за інтенсивністю теплового випромінення поверхні зовнішніх огорожуючих конструкцій будинків дистанційно виявляти в них термічні неоднорідності, зокрема, непередбачені проектом, з метою усунення скритих дефектів при проведенні будівельних робіт.**

**Метод базується на вимірюванні інтенсивності теплового випромінення як функції температури поверхні огорожуючої конструкції та фіксації її за допомогою тепловізора у вигляді термограми (рис.). Тепловізійному контролю підлягають зовнішні та внутрішні поверхні зовнішніх огорожуючих конструкцій. Спочатку виконують загальний тепловізійний контроль зовнішніх поверхонь огорожуючих конструкцій з метою виявлення аномальних зон з порушеними теплозахисними властивостями, а тоді отримують більш детальну термограму виявлених зон шляхом тепловізійного знімання теплових випромінень з зовнішньої та внутрішньої поверхні огорожуючих конструкцій.**

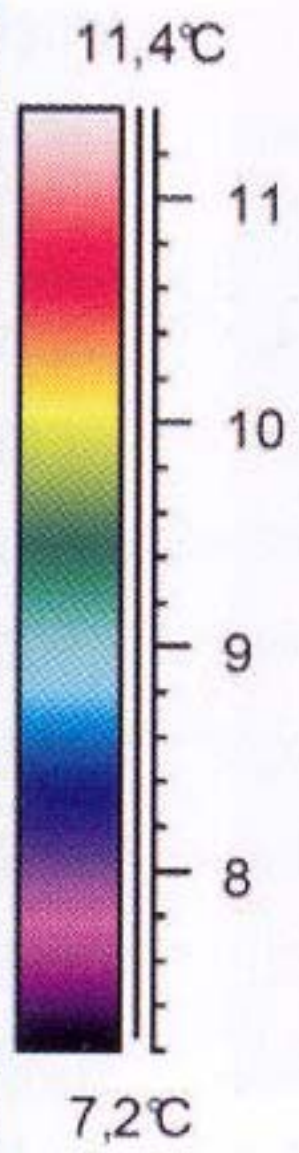
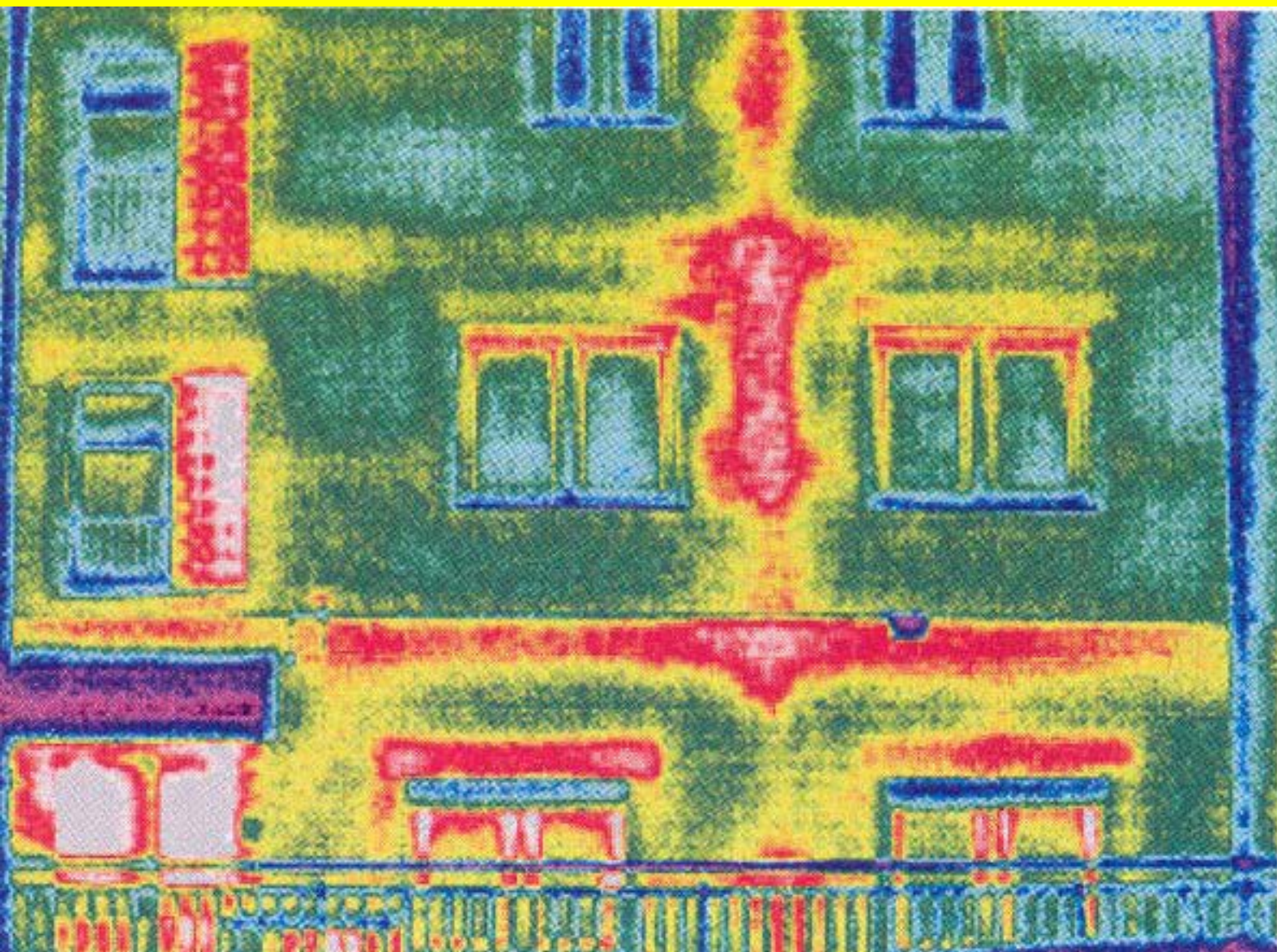
11,4°C



7,2°C







**Вибірковий енергоаудит будівель проводиться шляхом натурних випробувань (моніторингу) для визначення їх фактичних теплотехнічних та енергетичних параметрів. Енергоаудит будинку складається з послідовних заходів), спрямованих на збирання фактичних даних (моніторинг), їх обробку та визначення нормалізованих (приведених до розрахункових умов) значень показників енергетичної ефективності та теплозахисних властивостей будівлі. Енергетичний аудит проводиться не раніше, ніж під час другого опалювального періоду і при заселеності квартир будинку не менше 70%. Результатом енергоаудиту є встановлення класу енергетичної ефективності будівлі.**

**«Енергетичний аудит — це технічне інспектування, енергогенерування й енергоспоживання підприємства з метою визначення можливості економії енергії і надання допомоги підприємству в здійсненні заходів, що забезпечують економію енергоресурсів на практиці.»**

# **ТЕМА : 6 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ОБ'ЄКТАХ БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ**

## **1. Резерви енергозбереження на підприємствах будівельної індустрії.**

### **1. РЕЗЕРВИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ.**

**Одним із найбільших споживачів палива та електроенергії у промисловому комплексі України є будівництво, а серед його галузей – підприємства збірного залізобетону. У 2007 – 2008 рр. виробництво бетонних та залізобетонних конструкцій у світі досягло 7...8 млрд. м<sup>3</sup> і тому бетон вважається визначальним будівельним матеріалом, який займає одне з важливих місць у світі концепції сталого розвитку. Бетон та вироби з нього належать до досить енергоємних матеріалів. Витрати енергії для виготовлення залізобетонних конструкцій поділяють на прямі та непрямі. До прямих відносять витрати**

**теплової – 90% та електричної – 10% енергії необхідної для забезпечення технологічного процесу виготовлення залізобетонних конструкцій на всіх технологічних етапах, разом із затратами транспортування сировини на підприємство. Непрямі витрати енергії – це сума її витрат на виробництво матеріалів необхідних для виготовлення бетонних і залізобетонних виробів, конструкцій і матеріалів.**

**Найбільш розповсюдженим типом теплових агрегатів на заводах збірних залізобетонних виробів (ЗЗБВ) України є ямні камери різного типу та конструкції ККД яких знаходиться в межах 12...18%. Застосування в технології ЗЗБВ стендових, касетних установок, щілинних та інших камер безперервної дії дозволяють підвищити ККД використання тепла до 50...75%, однак використання останніх на сучасних підприємствах будівельної галузі досить обмежено.**



## Структура прямих витрат енергії при виробництві збірного залізобетону

Технологічна операція	Всього енергії, %	зокрема	
		електричної	теплової
<b>Приготування бетонної суміші</b>	0,38	0,35	0,03
<b>Зберігання матеріалів на складі:</b>			
-цементу	0,25	0,25	–
-заповнювачі з їх підігріванням	2,85	0,15	2,7
<b>Виготовлення арматурних виробів, враховуючи склад арматури</b>	7,5	7,5	–
<b>Формування виробів, підготовка форм, укладання арматури, обробка поверхні виробів та приготування мастила</b>	8,6	7,4	1,2
<b>Тепловолога обробка</b>	55,2	–	55,2
<b>Внутрішньоцеховий та заводський транспорт</b>	1,95	1,95	–
<b>Ремонтні підрозділи</b>	2,2	1,8	0,4
<b>Опалення і гаряча вода</b>	10,15	–	10,15
<b>Освітлення і вентиляція</b>	2,45	2,45	–
<b>Інші роботи</b>	8,8	0,45	8,35

**Серед основних причин надмірної витрати енергії на теплову обробку бетону є незадовільний стан камер теплової обробки, теплових мереж, запірної арматури та засобів контролю витрати пари. Також до недоліків роботи теплових агрегатів необхідно віднести відсутність теплоізоляції на поверхні камер ТВО, необґрунтоване збільшення тривалості теплової обробки та підвищення температури ізотермічного витримування.**

**При тепловій обробці збірного залізобетону на нагрівання бетону, форм і оснащення витрачається 20-30% технологічної норми необхідної теплової енергії. Інше тепло йде на невиробничі втрати.**

**Найбільша частка невиробничих теплових втрат в ямних камерах припадає на охолодження бетонного корпусу при технологічних перервах між циклами пропарювання, а в щілинних камерах - на теплопередачу огорожами в процесі теплової обробки. В середньому на  $1\text{ м}^3$  збірного залізобетону витрачається близько 1500 МДж,**

**або близько 50 кг умовного палива. Виробництво спеціального залізобетону (труб, шпал, паль, опор ЛЕП та ін.) відноситься до числа найбільш енерго - і металомістких технологій у цій промисловості. Технологічні витрати на виготовлення  $1\text{ м}^3$  такого залізобетону складають 1250-2000 МДж при коефіцієнті корисного використання енергії 20-30%. Загальнозаводська енергоємність спеціальних залізобетонних конструкцій на підприємствах досягає 1700-3000 МДж/ $\text{м}^3$  (див. табл.2). Викладені в табл. 2 дані показують, що у виробництві бетону і залізобетону є великий потенціал енергозбереження.**

**Основне зниження витрат тепла можливо при організації обліку витрат за всіма видами продукції, вдосконаленні існуючих теплових агрегатів, автоматизації режимів теплової обробки, додаткового утеплення теплових агрегатів, перехід на низькотемпературні режими термічної обробки виробів, економне витрачання енергії на побутові потреби заводів та ін.**

<b>Вид виробів із спеціалізованого бетону</b>	<b>Спосіб теплової обробки</b>	<b>Тривалість теплової обробки, год</b>	<b>Питомі витрати теплової енергії, МДж/м<sup>3</sup></b>	<b>Коефіцієнт корисного використання енергії</b>
<b>Труби центрифуговані</b>	<b>Стенд (ТВО)</b>	<b>12–14</b>	<b>1250–1700</b>	<b>0,2–0,3</b>
<b>Вібродіроперсовані труби</b>	<b>Те ж</b>	<b>12–8</b>	<b>1650–2000</b>	<b>0,2–0,3</b>
<b>Труби радіального пресування</b>	<b>тонельні камери (ТВО)</b>	<b>10–14</b>	<b>1000–1500</b>	<b>0,3–0,35</b>
<b>Напірні труби із сталевим осердям</b>	<b>ямні камери (ТВО)</b>	<b>18–20</b>	<b>1400–2000</b>	<b>0,25–0,35</b>
<b>Труби віброформовані</b>	<b>Те ж</b>	<b>12–14</b>	<b>1700–2000</b>	<b>0,2–0,3</b>
<b>Труби відцентрового прокату</b>	<b>тонельні камери (ТВО)</b>	<b>12–16</b>	<b>1250–1700</b>	<b>0,3–0,35</b>
<b>Палі</b>	<b>Те ж</b>	<b>14–18</b>	<b>1600–2000</b>	<b>0,25–0,35</b>
<b>Опори ЛЕП</b>	<b>Індукційне нагрівання</b>	<b>5–7</b>	<b>350–420</b>	<b>0,7–0,8</b>
<b>То же</b>	<b>Ямні камери (ТВО)</b>	<b>12–14</b>	<b>1400–2000</b>	<b>0,25–0,35</b>

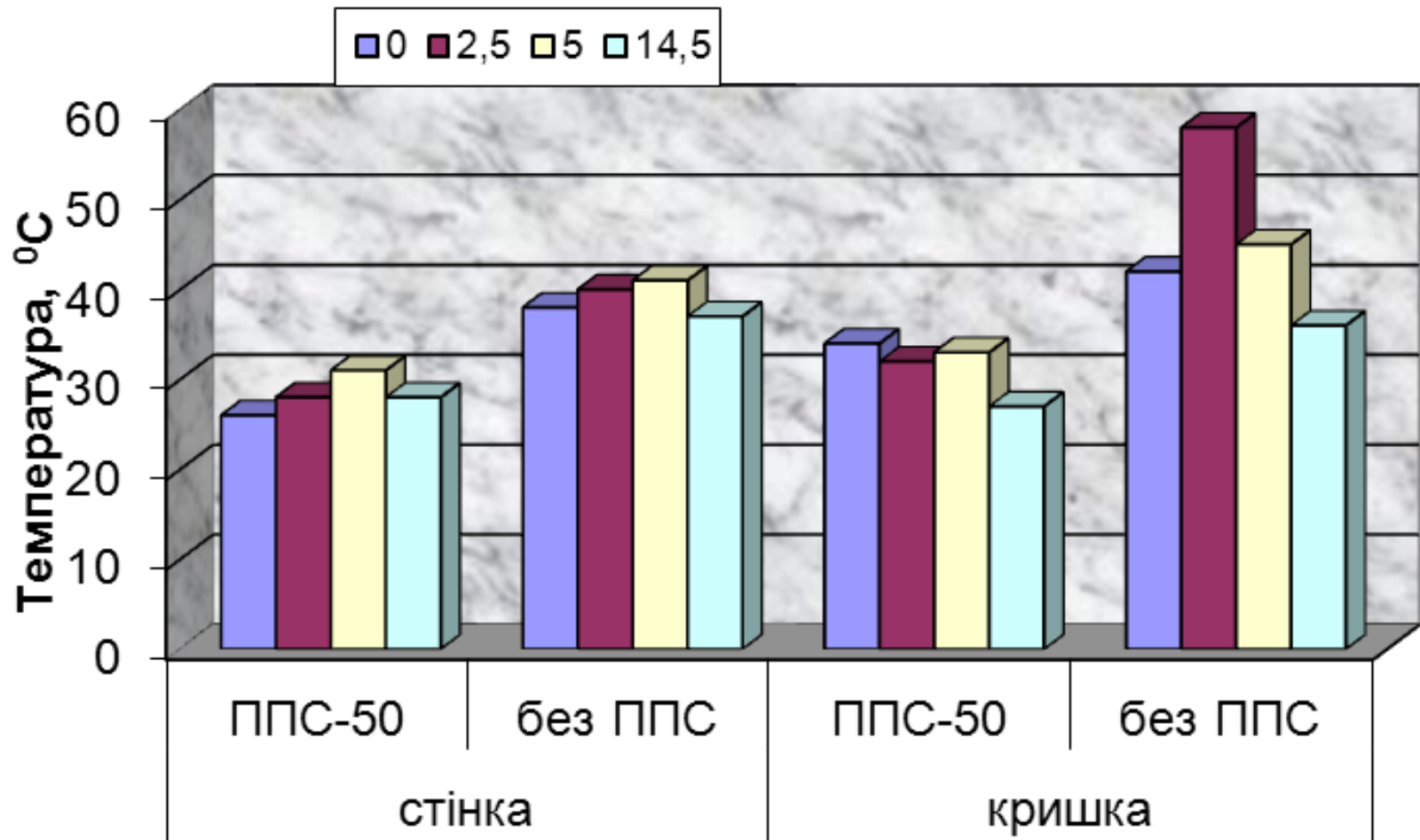
**Понад 90 % продукції, що випускається заводами збірного залізобетону піддається пропарюванню, хоча цей традиційний спосіб прогріву і не відноситься до найбільш економічних.**

**Аналіз роботи ямних пропарювальних камер на багатьох заводах збірного залізобетону показує, що більшість з них не мають щільні водянні затвори, перекошені кришки, щілини між елементами затвора і стінкою камери. Все це призводить до постійних і великих втрат теплової енергії. Оскільки ямних камер на заводах налічується велика кількість, слід розробити методи теплової обробки, які дозволять економічно витратити тепло при їх експлуатації. Практика підказує, що на 30-35 % скорочення тепловтрат можна домогтися за рахунок утеплення стінок і кришок камер.**



**Фотографії стінки (а) та кришки (б) ямної камери без утеплювача та з використанням пінополістиролом для вивчення зміни температури на поверхні зазначених матеріалів.**

## Час вимірювання, год



**Діаграма зміни температури поверхні ямної камери залежно від місця вимірювання та наявності утеплювача**

**Одним з найбільш дорогих і енергоємних компонентів бетонної суміші є цемент, на виробництво однієї тонни якого витрачається близько 300 кг у.п. Отже, скорочення витрат цементу дає економію енерговитрат. Домогтися цього можна передусім за рахунок використання чистих фракціонованих заповнювачів. Застосування піщано-гравійної суміші, непромитих і нефракціонованих заповнювачів призводить до зростання витрат цементу на 20...30%. Забезпечення заводів високоякісними заповнювачами і цементами необхідних марок буде сприяти зниженню енерговитрат приблизно на 15...22 кг у.п. на 1 м<sup>3</sup> бетону. Скорочення витрат цементу на 10...15% можна досягти за рахунок застосування високоефективних пластифікаторів без погіршення інших властивостей бетону. Це рівнозначно економії на 1 м<sup>3</sup> бетону в середньому 5...7 кг умовного палива і до 2 кВт·год. електроенергії за рахунок скорочення термінів віброущільнення.**



**Необхідно досліджувати і розробити низькотемпературні режими термообробки виробів в теплових агрегатах і видати рекомендації заводам по даному питанню. Впровадження таких режимів у виробництво у поєднанні з комплексними хімічними добавками дасть можливість знизити температурний рівень прогріву виробів, а в теплий період року відмовитися від теплової обробки, що дозволить зменшити питому витрату теплової енергії приблизно в 1,3-1,5 рази порівняно із значенням фактичних витрат при існуючих теплових режимах.**

**Утилізація теплової енергії заслуговує серйозного уваги на заводах збірного залізобетону. До основних джерел вторинних енергоресурсів відносяться: тепло вихідних газів після котлоагрегатів, тепло відпрацьованого конденсату після установок прискореного твердіння, а також циркуляційної води після різноманітного технологічного устаткування, компресорних станцій,**

верстатів арматурних цехів і т.д. Питома вага вторинних енергоресурсів становить 20 % від загальнозаводської витрати теплової енергії. Завдання утилізації високопотенційного тепла димових газів, що мають температуру 160...180°C, шляхом застосування контактних економайзерів (Економайзер (англ. economizer, від economize - зберігати), 1) елемент котлоагрегату, теплообмінник, в якому вода перед подачею в котел підігрівається відпрацьованими газами, які викидаються з котла). Економія теплової енергії від використання тепла відпрацьованих газів, приблизно становить 8...10% від загальнозаводського теплоспоживання. Використання низькопотенційного тепла конденсату, циркуляційної води, що мають температуру близько 50°C, може бути здійснено для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання заводу. При реалізації заходів щодо зниження енерговитрат витрати енергії на виробництво 1м<sup>3</sup> збірною залізобетону і бетону можуть бути знижені більш ніж в 1,5-2 рази.

**Суттєве зменшення споживання теплової енергії може бути досягнуто за рахунок оптимізації режимів твердіння. Наприклад, при переході на добову обертальність камер особливо ефективні термосні режими теплової обробки тривалістю 16...18 годин з коротким періодом подачі пари і повільним охолодженням виробів у теплоізольованих камерах. Економія теплової енергії при цьому становить 30...40%.**

**За наявності достатнього парку форм, а також при виготовленні дрібноштучних виробів з жорстких сумішей методом вібропресування можлива відмова від теплової обробки. Це економічно вигідно. Істотне зниження енергоспоживання у виробництві досягається при використанні нетрадиційних методів теплової обробки. Так, застосування в якості теплоносія природного газу з використанням плівкоутворювальних покриттів дозволяє скоротити витрати теплової енергії на 20...30 відсотків.**

**Застосування теплого бетону, який отримують за рахунок розігріву заповнювачів, води або електророзігрівання бетонної суміші в поєднанні з термосним витримуванням в ізольованих камерах, також знижує витрати теплової енергії на 50...60 відсотків.**

**При виробництві (особливо на полігонах) неармованих бетонних виробів ефективно застосовувати електропрогрівання бетону. Такий спосіб істотно підвищує коефіцієнт корисної дії теплової енергії, виключає необхідність використання пропарювальних камер і на 20...40% знижує енергоспоживання на теплову обробку. Безумовно, важлива економія тепла на всіх межах виробництва: при використанні обладнання для віброформування виробів, складування цементу і заповнювачів, зменшення витрат тепла на опалення виробничих приміщень. І, звичайно ж, потрібно розширювати впровадження ефективних хімічних і мінеральних добавок, і в першу чергу отриманих з промислових відходів. Вони знижують витрату цементу на**

10...20%. **Із застосуванням зазначених мінеральних та пластифікуючих добавок проводиться не менше 50 відсотків усіх виготовлених залізобетонних конструкцій. Для розширення обсягів застосування хімічних добавок необхідні організація їх постачань із заводів-виробників та монтаж на заводах ЗБВ технологічних ліній по прийому добавок, їх зберігання, транспортування та дозування. Чомусь сьогодні недостатньо використовуються у виробництві залізобетонних і бетонних виробів золошлакові відходи. Адже в Україні щорічно на ТЕС і ГРЕС утворюється більше 30 мільйонів тонн золошлакових відходів, а у золовідвалах їх накопичено більше 400 мільйонів тонн. Лише кілька теплоелектростанцій постачають ці відходи на підприємства бетону і залізобетону. Загальний обсяг щорічного застосування зол і шлаків для залізобетонних виробів становить приблизно один мільйон тонн, або 2,5 відсотка від накопиченого об'єму, що значно нижче, ніж у країнах СНД та заходу.**

**Між тим застосування сухих і зол-гідровидалення зменшує витрату цементу на 10...20 мас.% та більше, про що свідчить досвід передових підприємств нашої держави (ДБК-4, БЕТОНКОМПЛЕКС ПОЛІМІН та ін. При виготовленні виробів з легких і пористих бетонів застосування відходів ТЕС дозволяє знизити на 100...200 кг/м<sup>3</sup> їх густину. Крім золошлакових відходів, важливо розширювати застосування шлаків металургії - відвальних і гранульованих. Впровадження мелених граншлаків, які додають під час помелу цементу з отриманням тонкомеленої багатокомпонентної в'язучої речовини (ТМВР) або безпосередньо при приготуванні бетону, сприяє зниженню витрат клінкерної складової цементу на 35...50%. Слід відновити роботи зі створення регіональних помольних установок для отримання ТМВР або мелених граншлаків.**

**З нових технологічних ресурсозберігаючих заходів, які не вимагають капіталовкладень, важливо повсюдно**

**використовувати магнітну обробку води. Застосування омагніченої води знижує витрату цементу на 5-10%.**

**Багато залежить від технологічних служб підприємств будіндустрії. Вони зобов'язані у відповідності з діючими стандартами вести суворий контроль за економним витрачанням цементу і теплової енергії.**

**Шляхів економії чимало. Тут і застосування належних за видами і марками цементів, що враховують фактичні марки бетонів і режими термічної обробки виробів, і постійне коректування складів бетону на підставі даних вхідного, операційного та приймального контролю якості, і зниження разопалубочної і відпускної міцності бетону, і недопущення застосування бетонних сумішей підвищеної рухливості, і скорочення непродуктивних втрат тепла в навколишнє середовище, витоків пари, і теплоізоляція теплових агрегатів, і автоматизація пропарювальних камер, і т. д.**

**Важливо застосовувати пінобетон. Він вигідний як в економічному, так і в соціальному плані. Кубометр обходиться в 2-2,5 рази дешевше такого ж об'єму цегляної кладки або керамзитобетону. А оскільки зовнішні стіни з пінобетону можуть бути в 1,5-2 рази тонші за цегельні або керамзитобетонні, то квадратний метр стіни з нього буде в підсумку в 3 рази дешевше. З соціальної точки зору матеріал теж цінний, так як вартість споруди стін, перекриттів малоповерхового будинку порівняно з традиційними видами будівництва знижується на 30-40 %. Це по-перше. По-друге, мікроклімат в пінобетонних будівлях такий же, як у дерев'яних. Не випадково цей матеріал так охоче використовується в 45 країнах світу. Особливо він популярний у Німеччині, США, Південній Кореї, Швеції. З його участю побудовані тисячі житлових будинків і споруд. Виробничий досвід показує, що застосування нових технологій, наведення технологічної дисципліни, застосування необхідних методів контролю і обліку на**



**заводах ЗБВ дозволяють скоротити витрату цементу на 15 відсотків і витрати енергоресурсів на 20-30 відсотків.**

**Словом, можливостей для поетапного зниження втрат і неефективних витрат теплової та електричної енергії, матеріальних ресурсів багато, і їх треба повною мірою використовувати.**