

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення практичних занять та організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕПЛОТЕХНІКИ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм
навчання зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування
галузі знань 13 – Механічна інженерія,
освітня програма «Галузеве машинобудування»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

Методичні рекомендації до проведення практичних занять та організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» : (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування галузі знань 13 – Механічна інженерія, освітня програма «Галузеве машинобудування») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. Ю. О. Бурда. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 34 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. Ю. О. Бурда

Рецензент

Р. Б. Ткаченко, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання і вентиляції Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою теплогазопостачання і вентиляції, протокол № 5 від 12.12.2024

Методичні рекомендації призначені для здобувачів спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія. Подано вимоги до оформлення, засоби та послідовність виконання завдань, список рекомендованих джерел, наведено приклади оформлення робіт.

ЗМІСТ

1 АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ БУДІВЛІ: ВИЗНАЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВТРАТ І НАДХОДЖЕНЬ	5
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 1	6
2 ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ НА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛІ	6
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 2	7
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ВНУТРІШНІХ І ЗОВНІШНІХ ЧИННИКІВ У ТЕПЛОВОМУ РЕЖИМІ БУДІВЛІ	7
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 3	8
4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ	9
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 4	10
5 ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬ: МЕТОДИ ТА КОНЦЕПЦІЇ	10
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 5	11
6 ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В БУДІВЛЯХ	12
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 6	13
7 ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ОСНОВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В БУДІВЕЛЬНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ	14
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 7	15
8 АНАЛІЗ ВПЛИВУ МАТЕРІАЛІВ ТА ЇХ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ПРОЦЕС ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ	15
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 8	17
9 ОЦІНКА ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ БАГАТОШАРОВИХ СТІН: ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ШАРІВ	17
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 9	18
10 ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ВІД ТЕПЛОВИХ ВТРАТ	19
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 10	20
11 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО ОПОРУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ: КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	20
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 11	22
12 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВОЛОГОГО ПОВІТРЯ ТА ЇХНЬОГО ВПЛИВУ НА МІКРОКЛІМАТ ПРИМІЩЕНЬ	22

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 12	23
13 АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ЗМІНИ СТАНУ ВОЛОГОГО ПОВІТРЯ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ	24
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 13	25
14 ОЦІНКА ВПЛИВУ КОНДЕНСАЦІЇ ТА ВИПАРОВУВАННЯ ВОЛОГИ НА БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ	26
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 14	28
15 ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ВОЛОГИ НА ТЕПЛОЗАХИСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	28
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 15	30
16 РОЗРОБКА МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ В ЖИТЛОВИХ І ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЛЯХ.....	30
ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 16	32
СПИСОК ПОСИЛАНЬ	33

1 АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ БУДІВЛІ: ВИЗНАЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОВТРАТ І НАДХОДЖЕНЬ

Мета заняття: опанувати методику аналізу енергетичного балансу будівлі, виявити основні джерела тепловтрат і надходжень. Визначити вплив кожного з чинників на загальний енергетичний баланс та розрахувати енергетичну ефективність будівлі.

Теоретичні положення. Енергетичний баланс будівлі є основним показником, що визначає рівень споживання енергії та ефективність її використання в умовах будівлі. Він містить всі джерела тепловтрат і надходжень, які безпосередньо або опосередковано впливають на внутрішній клімат приміщення. До основних джерел тепловтрат належать теплопередача через огорожувальні конструкції (стіни, вікна, дах), вентиляція, теплові втрати через щілини та тріщини в будівельних конструкціях. Теплові надходження можуть бути з різних джерел, таких як сонячне випромінювання, тепло, що надходить від обладнання, осіб, освітлення тощо. Визначення енергетичного балансу дозволяє оптимізувати споживання енергії та покращити енергетичну ефективність будівель.

Основна частина. На практичному занятті студенти аналізують енергетичний баланс будівлі з урахуванням основних факторів, що впливають на тепловтрати та теплові надходження. Для цього проводиться розрахунок теплових потоків через зовнішні стіни, вікна, дах, а також враховуються теплові втрати через вентиляцію. Здійснюється порівняння отриманих значень з нормами енергетичної ефективності, вивчаються методи скорочення тепловтрат, такі як утеплення конструкцій, модернізація вентиляційних систем, застосування енергозберігаючих матеріалів. Розрахунок енергетичного балансу дозволяє визначити потенціал для зменшення енергоспоживання та покращення ефективності використання енергоресурсів.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 1

Теоретичні питання

1. Які основні джерела тепловтрат у будівлі та як вони впливають на енергетичний баланс?
2. Як визначити теплові втрати через огорожувальні конструкції будівлі?
3. Яким чином вентиляція впливає на енергетичний баланс будівлі?
4. Як можна зменшити тепловтрати в будівлі та підвищити енергетичну ефективність?
5. Які фактори необхідно враховувати під час розрахунку теплових надходжень до будівлі?

2 ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ НА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛІ

Мета заняття: зрозуміти, як конструктивні рішення впливають на енергоспоживання будівлі, визначити оптимальні варіанти для зменшення енергетичних витрат, враховуючи матеріали, форми і розташування конструкцій.

Теоретичні положення. Конструктивні рішення будівлі безпосередньо впливають на її енергоспоживання, оскільки вони визначають рівень теплоізоляції, теплопередачі, вентиляції та світлопропускання. Вибір матеріалів для огорожувальних конструкцій (стіни, дах, вікна), тип їхнього розташування, а також форма будівлі впливають на ефективність енергетичного балансу. Теплоізоляційні характеристики матеріалів, товщина стін, кількість та тип вікон, форма будівлі (наприклад, компактність чи розкиданість) значно впливають на енергоспоживання. Від ефективності утеплення залежить не лише кількість споживаної енергії для опалення, а й рівень комфорту для мешканців або працівників будівлі. Крім того, ефективна вентиляція та використання енергозберігаючих технологій можуть зменшити потребу в енергоресурсах.

Основна частина. На занятті студенти проводять аналіз конструктивних рішень будівлі, вивчаючи їхній вплив на енергоспоживання. Для цього розглядаються різні типи матеріалів для стін, даху та вікон, їхні теплоізоляційні характеристики та вплив на загальні тепловтрати будівлі. Вивчаються конструкції, що зменшують енергоспоживання, такі як теплові помпи, енергозберігаючі вікна, утеплені стіни, ефективні системи вентиляції. Проводиться порівняння різних варіантів конструкцій та визначення оптимальних рішень для забезпечення мінімальних енергетичних витрат без втрати комфорту. Студенти повинні навчитися враховувати, як вибір матеріалів і конструкцій впливає на енергетичну ефективність і економію енергоресурсів [1].

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 2

Теоретичні питання

1. Як конструктивні рішення будівлі впливають на рівень енергоспоживання?
2. Які матеріали для огорожувальних конструкцій можуть зменшити тепловтрати в будівлі?
3. Як вибір віконного скла впливає на енергетичну ефективність будівлі?
4. Які конструктивні рішення дозволяють зменшити потребу в енергії для опалення будівлі?
5. Як форма та розташування будівлі впливають на енергоспоживання?

З ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ВНУТРІШНІХ І ЗОВНІШНІХ ЧИННИКІВ У ТЕПЛОМУ РЕЖИМІ БУДІВЛІ

Мета заняття: ознайомитись із впливом внутрішніх і зовнішніх чинників на тепловий режим будівлі; зрозуміти, як зміни зовнішніх умов (температура, вологість, швидкість вітру) та внутрішніх (джерела тепла, теплоізоляція) впливають на комфорт і енергоспоживання будівлі.

Теоретичні положення. Тепловий режим будівлі залежить від взаємодії численних чинників, як зовнішніх, так і внутрішніх. До зовнішніх чинників належать погодні умови, такі як температура повітря, вологість, швидкість вітру, сонячне випромінювання, які змінюють теплове навантаження на будівлю. До внутрішніх чинників належать тепло, що генерується людьми, обладнанням, освітленням, а також ефективність теплоізоляції будівельних конструкцій. Взаємодія між цими чинниками визначає температуру всередині приміщень, рівень теплових втрат і надходжень, що впливають на енергоспоживання будівлі. Важливим є також управління вентиляцією та системами кондиціонування, які сприяють підтримці комфортного клімату в приміщеннях [2].

Основна частина. Під час практичного заняття студенти досліджують, як зміни зовнішніх і внутрішніх умов впливають на тепловий режим будівлі. Здійснюється моделювання теплових потоків залежно від змін температури навколишнього середовища, вологості та внутрішніх джерел тепла. Студенти вивчають, як різні конструктивні рішення (тип і товщина утеплення, кількість і тип вікон) змінюють тепловий баланс. Також аналізуються ефекти інсоляції, сонячного випромінювання та вентиляції на температуру в приміщеннях. Моделювання дозволяє виявити оптимальні стратегії для забезпечення енергоефективності та комфорту в будівлі у разі змінюваних умов навколишнього середовища. Студенти повинні навчитися враховувати всі ці фактори під час проєктування або модернізації будівель з метою скорочення енергоспоживання та підвищення комфорту.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 3

Теоретичні питання

1. Як зовнішні погодні умови впливають на тепловий режим будівлі?
2. Які внутрішні чинники можуть змінювати тепловий баланс будівлі?
3. Як взаємодія зовнішніх і внутрішніх факторів може впливати на енергоспоживання будівлі?

4. Яким чином теплоізоляція впливає на підтримання комфортної температури в будівлі?

5. Як змінюється тепловий режим будівлі залежно від сонячного випромінювання та вентиляційних систем?

4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

Мета заняття: опанувати методи визначення теплоакумулюючих властивостей будівельних матеріалів та конструкцій, дослідити їхній вплив на енергоспоживання та комфорт у будівлях, зокрема в контексті зберігання тепла та його передачі.

Теоретичні положення. Теплоакумулюючі властивості матеріалів визначаються їхньою здатністю зберігати тепло, що надходить або виробляється всередині будівлі. Цей процес залежить від теплоємності матеріалу, яка визначає кількість тепла, яке матеріал може накопичити зі зміною температури. Теплоакумуляція допомагає зменшити коливання температури в приміщенні, зменшуючи потребу в енергетичних витратах на обігрів або охолодження. Різні матеріали мають різну здатність до акумулювання тепла, і їх застосування в будівництві може значно впливати на енергетичну ефективність будівлі. До основних теплоакумулюючих матеріалів належать бетон, цегла, камінь, а також спеціальні теплоакумулюючі матеріали, що використовуються для покращення енергозбереження. Теплоакумулюючі властивості матеріалів можуть змінюватися залежно від їхньої товщини, щільності та інших фізичних характеристик [3].

Основна частина. На занятті студенти вивчають основи визначення теплоакумулюючих властивостей будівельних матеріалів і конструкцій. Практично застосовуються методи вимірювання теплоємності матеріалів і вивчення їхніх теплопровідних характеристик. Студенти проводять експерименти для оцінки здатності матеріалів зберігати тепло, аналізуючи вплив різних матеріалів на температуру приміщень в умовах змінюваних температур.

Проводиться порівняльний аналіз різних типів матеріалів, таких як бетон, цегла, камінь, спеціальні теплоакumuлюючі суміші та їхній вплив на енергетичну ефективність. Залежно від отриманих результатів студенти обирають оптимальні матеріали для використання в будівництві з точки зору енергозбереження і забезпечення комфортних умов.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 4

Теоретичне питання

1. Які матеріали мають найкращі теплоакumuлюючі властивості?
2. Як теплоємність матеріалу впливає на його здатність зберігати тепло?
3. Які фактори впливають на теплоакumuлюючі властивості матеріалів у будівництві?
4. Як зміна товщини конструкції впливає на її теплоакumuлюючі властивості?
5. Які матеріали найкраще підходять для покращення енергетичної ефективності будівель завдяки своїм теплоакumuлюючим властивостям?

5 ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬ: МЕТОДИ ТА КОНЦЕПЦІЇ

Мета заняття: ознайомитися з основними методами та концепціями оцінки енергетичної ефективності сучасних будівель, вивчити критерії та інструменти для аналізу енергоспоживання в будівлях, розглянути методи зменшення енергетичних витрат без втрати комфорту.

Теоретичні положення. Енергетична ефективність будівель визначається як здатність будівлі забезпечувати комфортні умови за мінімальних енергетичних витрат. Оцінка енергетичної ефективності базується на аналізі різних факторів, таких як теплоізоляція, вентиляція, обігрів, освітлення та використання відновлювальних джерел енергії. Існує кілька концепцій і методів, які допомагають визначити рівень енергоефективності будівель. До основних

методів оцінки належать: індекс енергоефективності, оцінка енергоспоживання на основі теплового балансу будівлі, методи вимірювання споживання енергії для різних систем будівлі (опалення, вентиляція, кондиціонування). Крім того, зважаючи на зростаючі вимоги до сталого розвитку, оцінка енергоефективності містить не лише технічні аспекти, а й економічні та екологічні показники. У сучасній практиці широко застосовуються різноманітні сертифікаційні системи, такі як LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) та інші, що допомагають оцінити енергетичну ефективність будівель на основі комплексного підходу [4].

Основна частина. Під час практичного заняття студенти знайомляться з методами оцінки енергетичної ефективності будівель, вивчаючи різні концепції енергоспоживання та інструменти вимірювання енергетичних витрат. Практично застосовуються методи розрахунку енерговитрат на основі аналізу теплового балансу будівлі, а також використання програмного забезпечення для моделювання енергетичних характеристик. Студенти працюють із прикладами сучасних будівель, аналізуючи енергетичну ефективність різних типів будівельних конструкцій та систем. Розглядаються різні аспекти, що впливають на енергоефективність, зокрема теплоізоляція, ефективність систем опалення та вентиляції, а також використання відновлювальних джерел енергії. На основі результатів оцінки студенти пропонують шляхи покращення енергетичної ефективності конкретних об'єктів будівництва.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 5

Теоретичні питання

1. Які основні методи оцінки енергетичної ефективності будівель використовуються у сучасній практиці?
2. Як використання відновлювальних джерел енергії впливає на енергоефективність будівлі?

3. Які фактори найбільше впливають на енергоспоживання будівель?
4. Яка роль теплоізоляції у забезпеченні енергетичної ефективності будівлі?
5. Як сертифікаційні системи (LEED, BREEAM) допомагають оцінити енергетичну ефективність будівель?

6 ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В БУДІВЛЯХ

Мета заняття: ознайомитися з інтелектуальними системами енергоменеджменту, їхнім функціонуванням та застосуванням для оптимізації енергоспоживання в будівлях. Дослідити принципи інтеграції таких систем у будівельні комплекси для досягнення максимального рівня енергоефективності та скорочення витрат на енергію.

Теоретичні положення. Інтелектуальні системи енергоменеджменту (ICEM) є комплексом програмних і апаратних засобів, що дозволяють ефективно керувати енергоспоживанням будівель, зокрема шляхом моніторингу, аналізу та оптимізації використання енергії. Вони здатні забезпечувати інтеграцію різних енергетичних ресурсів (електричної енергії, тепла, води тощо) в єдину систему управління, що дозволяє зменшити енергетичні витрати та покращити ефективність енергоспоживання. ICEM застосовуються для автоматизації процесів управління опаленням, освітленням, вентиляцією, кондиціонуванням та іншими системами будівлі на основі реальних даних про споживану енергію. За допомогою таких систем можна здійснювати прогнозування енергетичних потреб, налаштовувати оптимальні режими роботи технічних систем, а також здійснювати дистанційний контроль за параметрами енергоспоживання. Однією з основних концепцій є використання алгоритмів машинного навчання та великих даних для адаптації та самонавчання системи на основі зібраної інформації. В результаті застосування інтелектуальних систем енергоменеджменту значно покращується енергетична ефективність будівель,

зменшуються витрати на енергію, а також зменшуються викиди парникових газів [5].

Основна частина. Під час заняття студенти вивчають основи функціонування інтелектуальних систем енергоменеджменту, їхні можливості та принципи роботи. Практично застосовуються методи моніторингу енергоспоживання за допомогою спеціалізованих пристроїв та програмного забезпечення. Студенти аналізують приклади реальних будівель, в яких запроваджено ICSEM, і оцінюють їхній вплив на енергетичні витрати. Практичне заняття містить демонстрацію роботи інтелектуальних систем, які керують параметрами опалення, освітлення та вентиляції, на основі автоматизованого збору та обробки даних. Студенти мають можливість самостійно провести тестування системи на прикладі моделі будівлі, що дозволяє оцінити ефективність застосування таких технологій для оптимізації енергоспоживання. На основі отриманих результатів студенти формулюють рекомендації щодо покращення енергоефективності за допомогою інтелектуальних систем.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 6

Теоретичні питання

1. Які основні функції виконують інтелектуальні системи енергоменеджменту в будівлях?
2. Як інтелектуальні системи енергоменеджменту допомагають зменшити енергетичні витрати?
3. Які технології та алгоритми використовуються в інтелектуальних системах для оптимізації енергоспоживання?
4. Які переваги дає використання інтелектуальних систем енергоменеджменту порівняно з традиційними методами управління енергоспоживанням?
5. Яким чином інтелектуальні системи енергоменеджменту можуть бути інтегровані в будівельні комплекси для підвищення енергоефективності?

7 ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ОСНОВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В БУДІВЕЛЬНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ

Мета заняття: ознайомитися з основними фізичними принципами та механізмами теплопередачі в будівельних огороджувальних конструкціях, зрозуміти їхній вплив на енергоефективність будівель і розглянути способи покращення теплотехнічних характеристик таких конструкцій.

Теоретичні положення. Теплопередача в будівельних огороджувальних конструкціях є процесом передачі теплової енергії через стіни, дахи, підлоги, вікна та двері. Цей процес базується на трьох основних механізмах: теплопровідності, конвекції і випромінюванні. Теплопровідність є основним механізмом перенесення тепла в твердих матеріалах, де молекули передають енергію одна одній через зіткнення. У конструкціях будівель цей процес визначається теплопровідними властивостями матеріалів, з яких вони виготовлені. У багат шарових конструкціях, таких як стіни, значення теплопередачі залежать від товщини кожного шару і їхнього коефіцієнта теплопровідності. Конвекція виникає, коли тепле повітря або рідина рухаються поверхнею конструкції, забираючи тепло і передаючи його далі. Це важливо в процесі теплопередачі через вікна та інші елементи, що контактують з зовнішнім середовищем. Випромінювання – це процес перенесення енергії через електромагнітні хвилі, і він має велике значення для зовнішніх огороджувальних конструкцій, що підлягають сонячному випромінюванню. Під час проєктування і вибору матеріалів для огороджувальних конструкцій будівель важливо враховувати всі ці механізми теплопередачі для забезпечення ефективної теплоізоляції, що дозволяє зменшити тепловтрати, підвищити енергоефективність і створити комфортні умови для проживання або роботи [6].

Основна частина. Під час практичного заняття студенти здійснюють аналіз процесів теплопередачі в різних типах будівельних огороджувальних конструкцій, використовуючи експериментальні дані та теоретичні підходи. Вивчаються параметри, які впливають на теплоізоляційні характеристики конструкцій, зокрема теплопровідність матеріалів, їх товщина та геометричні

особливості. Практична робота містить моделювання теплопередачі через різні матеріали та конструкції, що дозволяє зрозуміти, як впливає кожен фактор на загальну енергоефективність. Студенти аналізують дані з теплових карт та використовують методи розрахунку для визначення коефіцієнтів теплопередачі для різних конструкцій. Крім того, вони вивчають методи покращення теплотехнічних характеристик будівельних огорожувальних конструкцій, таких як використання теплоізоляційних матеріалів, багатошарових конструкцій, а також технології, що скорочують втрати тепла.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 7

Теоретичні питання

1. Які основні механізми теплопередачі використовуються в будівельних огорожувальних конструкціях?
2. Як товщина і теплопровідність матеріалів впливають на загальний тепловий потік через стіни та інші огорожувальні конструкції?
3. Які фактори потрібно враховувати під час вибору матеріалів для огорожувальних конструкцій з точки зору теплопередачі?
4. Яким чином процеси конвекції і випромінювання можуть впливати на теплоізоляційні характеристики будівель?
5. Які методи застосовуються для покращення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій?

8 АНАЛІЗ ВПЛИВУ МАТЕРІАЛІВ ТА ЇХ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ПРОЦЕС ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

Мета заняття: оволодіти знаннями про вплив матеріалів та їх теплотехнічних характеристик на процес теплопередачі в будівельних конструкціях, а також навчитися визначати ефективність теплоізоляційних властивостей різних матеріалів.

Теоретичні положення. Теплопередача через будівельні огорожувальні конструкції залежить від низки факторів, серед яких одними з основних є

теплотехнічні характеристики матеріалів, що використовуються для їх виготовлення. Найважливішими характеристиками матеріалів є теплопровідність, теплоємність і щільність. Теплопровідність визначає здатність матеріалу проводити тепло, що безпосередньо впливає на швидкість теплових втрат або надходжень через стіни, дахи, підлоги та інші частини будівлі. Матеріали з низькою теплопровідністю, такі як пінопласт, мінеральна вата, аерогелі, забезпечують високу теплоізоляцію і зменшують енергетичні витрати на опалення та охолодження. Теплоємність матеріалу відображає його здатність накопичувати тепло. Матеріали з високою теплоємністю здатні поглинати та зберігати значну кількість тепла, що дозволяє зменшувати коливання температури в приміщеннях і підвищує комфорт. Щільність матеріалу має значення для визначення його маси, а отже, і його здатності накопичувати тепло та зберігати теплову енергію. У контексті багатошарових конструкцій важливою є взаємодія різних матеріалів: теплоізоляційний шар із низькою теплопровідністю в поєднанні з матеріалами із високою теплоємністю може значно зменшити теплові втрати і покращити енергетичні характеристики будівлі [7].

Основна частина. Практичне заняття передбачає проведення експериментів та аналізу впливу різних будівельних матеріалів на процеси теплопередачі. Студенти знайомляться з методами вимірювання теплопровідності та теплоємності матеріалів, а також використовують ці дані для розрахунків ефективності теплоізоляції різних конструкцій. Вивчається, як зміна матеріалу в конструкції може вплинути на енергетичні втрати будівлі та визначення потенційних шляхів для їх зменшення. За допомогою теоретичних розрахунків студенти вивчають, які матеріали є найефективнішими для зменшення теплових втрат і поліпшення теплотехнічних характеристик будівель. Додатково аналізуються приклади застосування комбінацій матеріалів, що забезпечують оптимальне поєднання теплоізоляційних і теплоакумуючих властивостей. Практична робота містить отримання результатів для різних типів

стінових конструкцій і порівняння їх ефективності з точки зору енергоспоживання.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 8

Теоретичні питання

1. Які основні теплотехнічні характеристики матеріалів впливають на процес теплопередачі в будівельних конструкціях?
2. Як теплоємність і теплопровідність матеріалів взаємодіють у багатошарових конструкціях?
3. Як можна зменшити теплові втрати в будівлях, вибираючи правильні матеріали для огорожувальних конструкцій?
4. Чому для зменшення теплопередачі в будівлях важливе поєднання матеріалів із різними теплотехнічними характеристиками?
5. Як правильно здійснити вибір будівельних матеріалів для ефективного утеплення стін, дахів та інших частин будівлі?

9 ОЦІНКА ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ БАГАТОШАРОВИХ СТІН: ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ШАРІВ

Мета заняття: оволодіти навичками оцінки теплопровідності багатошарових стін, досліджуючи взаємодію шарів конструкції. Поглибити розуміння того, як різні матеріали, що входять до складу багатошарових конструкцій, впливають на загальну теплопровідність стін і їх теплотехнічні характеристики.

Теоретичні положення. Теплопровідність багатошарових стін визначається не лише властивостями окремих матеріалів, а й їхньою взаємодією у складі конструкції. У багатошарових конструкціях кожен шар має свою теплопровідність, що залежить від матеріалу, товщини та інших характеристик. Загальна теплопровідність стіни може бути розрахована через так званий «тепловий опір» кожного з шарів. Водночас важливо враховувати, що різні матеріали можуть взаємодіяти таким чином, що теплопередача крізь одну із

частин конструкції може відрізнятися від розрахункової внаслідок впливу на інші шари, зокрема через повітряні прошарки або через дифузійні процеси. Існує низка факторів, що можуть змінювати теплопровідність: шпаруватість матеріалу, наявність вологості, температурні коливання, а також фізико-хімічні властивості матеріалів. Залежно від цих факторів загальна теплопровідність багат шарових конструкцій може відрізнятися від теоретичних розрахунків, що необхідно враховувати під час вибору матеріалів для теплоізоляції [8].

Основна частина. Під час практичного заняття студенти будуть оцінювати теплопровідність багат шарових стін на основі різних матеріалів, використовуючи теоретичні моделі для розрахунків. Студенти також вивчатимуть, як зміна товщини або властивостей окремих шарів може змінювати загальну теплопровідність конструкції. Особливу увагу буде приділено дослідженню взаємодії між різними матеріалами, що входять до складу стін, а також можливим неточностям у розрахунках, пов'язаних із реальними умовами експлуатації стін. Буде проведено кілька варіантів розрахунків для стін із різними матеріалами, що дозволить порівняти ефективність теплоізоляції із різними варіантами конструкцій. Студенти повинні розглянути і врахувати вплив вологості та температурних коливань на теплопровідність матеріалів. Оцінка результатів дозволить порівняти різні варіанти багат шарових конструкцій за їхньою здатністю до теплоізоляції та знайти найбільш ефективні рішення для конкретних умов.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 9

Теоретичні питання

1. Як взаємодіють шари багат шарової стіни з точки зору теплопередачі?
2. Які матеріальні характеристики визначають теплопровідність багат шарових конструкцій?

3. Як змінюється теплопровідність стіни зі зміною товщини або властивостей одного з шарів?

4. Які фактори можуть впливати на точність розрахунків теплопровідності багатошарових стін?

5. Як впливають вологість і температурні коливання на теплопередачу в багатошарових конструкціях?

10 ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ВІД ТЕПЛОВИХ ВТРАТ

Мета заняття: ознайомити студентів із сучасними теплоізоляційними матеріалами та їх застосуванням для зменшення тепловтрат у будівлях. Розглянути ефективність різних типів теплоізоляції залежно від матеріалу, умов експлуатації та конструктивних особливостей будівель.

Теоретичні положення. Теплоізоляція є важливою частиною енергетичної ефективності будівель. Завдяки правильно підібраним теплоізоляційним матеріалам можна значно зменшити тепловтрати та забезпечити комфортний мікроклімат у приміщеннях. Сучасні теплоізоляційні матеріали мають різноманітні властивості, що дозволяють вибрати оптимальне рішення для конкретних умов будівництва. До них належать мінераловатні, пінополістирольні, поліуретанові та інші матеріали, які мають різні характеристики теплоізоляції, механічної міцності, водо- та паропроникності. Для зменшення тепловтрат важливо не тільки правильно вибрати матеріал, але й правильно його використовувати зважаючи на тип конструкції, товщину шару, умови експлуатації та кліматичні особливості. Ключовим аспектом є також облік можливих теплових містків, які можуть значно зменшити ефективність теплоізоляції.

Основна частина. Під час практичного заняття студенти порівнюють ефективність різних типів теплоізоляційних матеріалів для будівельних конструкцій. Вони проведуть аналіз теплоізоляційних властивостей матеріалів за допомогою показників теплопровідності та теплоопору, а також розглянуть

застосування кожного типу залежно від умов експлуатації (кліматичних умов, типу будівлі, навантаження на конструкцію). Студенти також досліджуватимуть практичні аспекти монтажу теплоізоляційних матеріалів, звертаючи увагу на технології їх укладання та можливі проблеми, пов'язані з вологою, механічними пошкодженнями та тривалим впливом зовнішнього середовища. Особлива увага буде приділена новітнім матеріалам, таким як аерогелі та вакуумні теплоізоляційні панелі, що відзначаються дуже низьким коефіцієнтом теплопровідності і можуть бути застосовані у специфічних умовах. Результати порівняльного аналізу допоможуть студентам отримати розуміння, який матеріал є найбільш ефективним для використання в конкретних умовах.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 10

Теоретичні питання

1. Які основні характеристики теплоізоляційних матеріалів визначають їх ефективність у зменшенні тепловтрат?
2. Як вибір теплоізоляційного матеріалу залежить від умов експлуатації будівлі?
3. Які проблеми можуть виникати під час використання теплоізоляційних матеріалів у будівельних конструкціях?
4. Які новітні теплоізоляційні матеріали мають найкращі теплоізоляційні властивості?
5. Які фактори необхідно враховувати під час монтажу теплоізоляційних матеріалів для забезпечення їх ефективності?

11 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО ОПОРУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ: КРИТЕРІЙ ЕФЕКТИВНОСТІ

Мета заняття: ознайомити студентів із поняттям теплового опору огорожувальних конструкцій, а також критеріями ефективності цього показника. Розглянути методи визначення теплового опору стін, дахів, підлог та

інших елементів будівель, а також оцінити, як цей параметр впливає на енергетичну ефективність будівлі.

Теоретичні положення. Тепловий опір огорожувальних конструкцій – це здатність конструкцій зберігати тепло та зменшувати тепловтрати через зовнішні огорожувальні елементи будівлі. Цей показник є важливим елементом енергетичної ефективності будівлі. Він залежить від товщини та матеріалу конструкції, а також від кількості та характеристик теплоізоляційних шарів. Тепловий опір можна розрахувати для кожної конструкції окремо, враховуючи її фізико-технічні властивості та температурні умови зовнішнього середовища. Одним з основних критеріїв ефективності є забезпечення мінімальних тепловтрат із максимальним збереженням енергії, що сприяє зменшенню витрат на опалення та кондиціювання приміщень. Важливою складовою є врахування теплових містків, які можуть погіршувати ефективність теплоізоляції.

Основна частина. Під час практичного заняття студенти зможуть визначити тепловий опір огорожувальних конструкцій, використовуючи дані про матеріали та їхні властивості. Для цього вони проведуть аналіз багат шарових стін, дверей, вікон і дахів, оцінюючи ефективність кожної конструкції з точки зору теплоізоляції. Студенти здійзнять розрахунки для різних типів будівельних елементів, визначаючи їхній тепловий опір, а також обговорять критерії ефективності застосування різних матеріалів для забезпечення мінімальних тепловтрат. Вони також розглянуть різні методи зменшення теплових містків, наприклад, використання термоізоляційних прокладок, зміну конструктивних рішень або модернізацію існуючих елементів будівель.

Під час виконання практичної роботи студенти також оцінюватимуть ефективність вікон, дверей та інших огорожувальних елементів, що безпосередньо впливають на енергетичну ефективність будівлі. Вони проведуть порівняння матеріалів та конструкцій за їхнім тепловим опором і обговорять, які саме параметри є найважливішими для досягнення максимальної енергоефективності.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 11

Теоретичні питання

1. Які матеріали мають найбільший тепловий опір, і як це впливає на ефективність енергоспоживання будівлі?
2. Як тепловий опір огорожувальних конструкцій впливає на енергоефективність будівлі?
3. Які конструктивні рішення можуть зменшувати ефективність теплового опору будівель?
4. Як обчислити тепловий опір багатошарових конструкцій?
5. Які методи можна застосувати для зменшення теплових містків у будівельних конструкціях?

12 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВОЛОГОГО ПОВІТРЯ ТА ЇХНЬОГО ВПЛИВУ НА МІКРОКЛІМАТ ПРИМІЩЕНЬ

Мета заняття: ознайомити студентів з основними параметрами вологого повітря, їхнім визначенням та впливом на мікроклімат приміщень. Пояснити, як параметри вологого повітря впливають на комфорт людини та енергетичну ефективність будівель. Здійснити практичне застосування знань для оцінки та регулювання умов мікроклімату в різних типах приміщень.

Теоретичні положення. Вологе повітря в будівлях є сумішшю сухого повітря та водяної пари, і його параметри визначаються вологістю, температурою та тиском. Важливими характеристиками є відносна вологість, абсолютна вологість та точка роси. Відносна вологість є відношенням кількості водяної пари у повітрі до максимально можливої її кількості за певної температури, вираженої у відсотках. Абсолютна вологість характеризує масу водяної пари в одиниці об'єму повітря. Точка роси – це температура, за якої водяна пара починає конденсуватися на поверхнях, що є важливим показником для оцінки потенціалу утворення конденсату.

Мікроклімат приміщень, зі свого боку, є важливим фактором для комфортного перебування людей. Вологість повітря впливає не тільки на фізіологічний комфорт, але й на ефективність систем опалення, вентиляції та кондиціонування. Низька вологість може спричиняти сухість шкіри та слизових оболонок, тоді як висока – створювати сприятливі умови для розвитку плісняви та корозії.

Для забезпечення оптимальних умов мікроклімату в приміщеннях необхідно враховувати ці параметри та налаштовувати системи вентиляції та кондиціонування для забезпечення необхідної вологості повітря.

Основна частина. Під час заняття студенти будуть досліджувати основні параметри вологого повітря, такі як температура, відносна та абсолютна вологість. Вони здійснять вимірювання цих параметрів у різних приміщеннях з різним функціональним призначенням (житлові, офісні, промислові). Студенти також проведуть аналіз того, як ці параметри впливають на загальний мікроклімат приміщень, використовуючи спеціалізовані прилади для визначення вологості та температури повітря.

Студенти розглянуть взаємозв'язок між вологістю і комфортом людини, оцінять можливі проблеми, що виникають через нестабільні параметри вологого повітря, такі як розвиток плісняви, корозії та негативний вплив на здоров'я. Вони також навчатимуться методам регулювання вологості за допомогою вентиляційних систем, зволожувачів або осушувачів повітря, що дозволяють підтримувати оптимальний мікроклімат у будівлях.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 12

Теоретичні питання

1. Які параметри вологого повітря є найважливішими для визначення мікроклімату приміщення?
2. Як зміна вологості повітря може впливати на здоров'я людини?

3. Які методи регулювання вологості можна застосовувати для забезпечення комфортних умов у приміщеннях?

4. Як точка роси впливає на утворення конденсату в приміщеннях?

5. Які наслідки може мати висока вологість у приміщеннях для будівельних конструкцій і матеріалів?

13 АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ЗМІНИ СТАНУ ВОЛОГОГО ПОВІТРЯ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ

Мета заняття: ознайомлення студентів з процесами зміни стану вологого повітря в системах вентиляції та кондиціонування. Студенти вивчатимуть, як повітря, що циркулює через вентиляційні та кондиціонувальні системи, змінює свої параметри, зокрема температуру, вологість та точку роси, і як це впливає на мікроклімат приміщень та енергоспоживання. Заняття допоможе сформувати розуміння важливості контролю параметрів вологого повітря для забезпечення комфортних та енергоефективних умов у будівлях.

Теоретичні положення. Процеси зміни стану вологого повітря в системах вентиляції та кондиціонування містять зміни температури та вологості повітря під впливом різних фізичних процесів. Під час кондиціонування та вентиляції повітря, температура та вологість можуть змінюватися залежно від параметрів системи.

Вентиляція містить приплив свіжого повітря та відведення відпрацьованого, що може призводити до змін у вологості та температурі повітря в приміщенні. Під час кондиціонування температура та вологість повітря знижуються, що досягається завдяки процесу охолодження та осушення повітря через теплообмінники.

Ці зміни є важливими для забезпечення комфортного мікроклімату, оскільки волога у повітрі впливає на сприйняття температури людиною та може бути джерелом різних проблем, таких як пліснява або корозія в будівельних конструкціях. Знання процесів зміни стану вологого повітря необхідне для проєктування ефективних систем вентиляції та кондиціонування, які здатні

підтримувати оптимальні параметри повітря із мінімальними енергетичними витратами.

Основна частина. Під час заняття студенти вивчатимуть, як вологе повітря змінює свої параметри під час проходження крізь системи вентиляції та кондиціонування. Вони ознайомляться із процесами осушення та охолодження повітря в кондиціонерах, зокрема зі змінами температури та вологості через теплообмін та конденсацію водяної пари. Студенти також розглянуть різні типи кондиціонувальних та вентиляційних систем та їхню здатність підтримувати оптимальні умови для кожного типу приміщення.

Для оцінки ефективності роботи системи студенти проведуть аналіз зміни температури і вологості в різних зонах приміщення. Вони будуть використовувати спеціалізовані прилади для вимірювання вологості та температури повітря, а також досліджуватимуть залежність між зміною цих параметрів і енергоспоживанням систем.

Особливу увагу буде приділено таким аспектам, як взаємодія температури та вологості у контексті проектування енергоефективних і комфортних систем кондиціонування. Також студенти навчатимуться оцінювати наслідки неправильного налаштування параметрів вологого повітря для систем вентиляції та кондиціонування, зокрема впливу на ефективність роботи цих систем та на загальний енергетичний баланс будівлі.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 13

Теоретичні питання

1. Як зміна температури і вологості повітря впливає на ефективність роботи кондиціонувальних та вентиляційних систем?
2. Які фізичні процеси відбуваються під час осушення та охолодження повітря в системах кондиціонування?
3. Як параметри вологого повітря впливають на комфорт і здоров'я людини у приміщенні?

4. Як визначити оптимальні параметри температури та вологості в різних типах приміщень для забезпечення енергетичної ефективності?

5. Які наслідки можуть бути у разі неправильного налаштування параметрів вологого повітря в системах вентиляції та кондиціонування?

14 ОЦІНКА ВПЛИВУ КОНДЕНСАЦІЇ ТА ВИПАРОВУВАННЯ ВОЛОГИ НА БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

Мета заняття: ознайомлення студентів із процесами конденсації та випаровування вологи в будівельних конструкціях та оцінкою їхнього впливу на довговічність та теплотехнічні характеристики конструкцій. Студенти навчатися визначати ризики, пов'язані з утворенням вологи в конструкціях, а також розуміти, як процеси конденсації і випаровування впливають на матеріали будівель, їх термін служби, а також на ефективність енергоспоживання в будівлях.

Теоретичні положення. Конденсація вологи виникає, коли температура повітря знижується до точки роси, водночас водяна пара, що міститься у повітрі, перетворюється на рідину. Це явище може відбуватися на внутрішніх поверхнях огорожувальних конструкцій, таких як стіни, вікна або дах, що призводить до накопичення вологи у матеріалах. Волога, що осідає на поверхні або у товщі матеріалів, може спричиняти корозію, гниття або інші руйнівні процеси, що погіршують експлуатаційні характеристики конструкцій.

Випаровування вологи є протилежним процесом, коли волога з матеріалу або з поверхні матеріалів, що містять вологу, випаровується в атмосферу через підвищення температури або зміну вологості. Процес випаровування часто супроводжується зменшенням вологості в матеріалі, що може сприяти його висиханню і зміцненню. Однак надмірне випаровування, особливо за умов низької вологості, може призвести до пошкодження матеріалів через їх надмірне висихання, що також впливає на теплоізоляційні характеристики будівельних конструкцій.

Завдяки цьому процесу важливо враховувати вологість, температуру і перехідні умови для мінімізації негативного впливу на матеріали та структури. Для оцінки цього впливу використовуються спеціальні моделі, що дозволяють визначити точку роси, розподіл температури і вологості в конструкціях і, як наслідок, усунути потенційні проблеми, пов'язані з накопиченням вологи у стінах чи дахах.

Основна частина. Під час заняття студенти ознайомляться із техніками аналізу процесів конденсації та випаровування вологи в будівельних конструкціях. Вони будуть використовувати спеціалізовані програми для моделювання температурного режиму і вологості в стінах, дахах та інших огорожувальних конструкціях будівель. За допомогою таких моделей студенти зможуть визначити, де виникнуть проблеми, пов'язані з накопиченням вологи, і як ці процеси вплинуть на матеріали конструкцій.

Особливу увагу буде приділено вибору матеріалів для будівель, які мають певні властивості щодо вологості, такі як гігроскопічність, водопоглинання та паропроникність. Студенти дізнаються, як ці властивості можна використати для зменшення ризику накопичення вологи в конструкціях і підвищення їх довговічності.

Практична частина заняття передбачає проведення вимірів вологості у різних частинах конструкцій за допомогою спеціальних приладів. Студенти також виконуватимуть розрахунки теплотехнічних характеристик матеріалів, що допоможе їм оцінити, чи відповідають конструкції стандартам щодо паропроникності та вологозахисту. Для практичного застосування цього знання студенти будуть моделювати різні ситуації, де зміна температури і вологості в умовах будівель може призвести до проблем, таких як утворення плісняви, корозія або руйнування теплоізоляції.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 14

Теоретичні питання

1. Яким чином конденсація вологи впливає на довговічність будівельних конструкцій?
2. Як зміни температури і вологості можуть викликати процеси корозії або гниття в матеріалах?
3. Яка роль випаровування вологи у підтриманні належних умов для будівельних конструкцій?
4. Яким чином матеріали з високою паропроникністю можуть допомогти запобігти накопиченню вологи в конструкціях?
5. Які технічні методи дозволяють аналізувати і запобігати проблемам, пов'язаним із конденсацією та випаровуванням вологи в будівлях?

15 ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ВОЛОГИ НА ТЕПЛОЗАХИСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Мета заняття: дослідження впливу вологи на теплозахисні характеристики огорожувальних конструкцій будівель. Студенти повинні зрозуміти, як волога впливає на теплоізоляційні властивості матеріалів та конструкцій, а також як це змінює енергетичну ефективність будівлі. Вивчення цих процесів допоможе майбутнім інженерам краще оцінювати вплив вологості на теплотехнічні показники конструкцій і ухвалювати обґрунтовані рішення під час вибору матеріалів і проектування енергозберігаючих рішень.

Теоретичні положення. Волога є одним із основних чинників, що впливає на теплозахисні характеристики огорожувальних конструкцій. Вона може проникати в матеріали через капілярний підйом або конденсацію водяної пари, що утворюється в результаті перепадів температур. Наявність вологи в теплоізоляційних матеріалах погіршує їхню ефективність, оскільки вода має більшу теплопровідність порівняно з сухими матеріалами, що значно зменшує їхню здатність зберігати тепло. Водонасичення матеріалів призводить до

зменшення їх теплоізоляційних властивостей і може викликати утворення плісняви та корозії, що негативно впливає на міцність конструкцій.

Крім того, наявність води змінює термодинамічні процеси у матеріалах, оскільки вода має високу теплоємність. Це означає, що вона може зберігати і передавати теплоту, зменшуючи ефективність теплоізоляції. Вологі стіни або інші огорожувальні конструкції можуть збільшувати витрати на опалення, оскільки тепло відводиться через вологі поверхні значно швидше, ніж через сухі.

Існують різні способи оцінки впливу води на теплоізоляційні властивості конструкцій, такі як визначення коефіцієнта теплопровідності для матеріалів із різними рівнями вологості, а також моделювання термічних процесів у стінах з урахуванням зміни вологості.

Основна частина. На занятті студенти проведуть практичні дослідження впливу води на теплоізоляційні характеристики різних будівельних матеріалів. Вони ознайомляться із методами вимірювання вологості в матеріалах за допомогою спеціалізованих приладів, таких як вологовимірювачі або термографічні камери для оцінки вологості у стінах, дахах та підлогах.

Студенти будуть вивчати, як різні матеріали, такі як пінопласт, мінеральна вата, а також деревина чи бетон, реагують на зміну рівня вологості. Вони також проводитимуть порівняння їх теплоізоляційних характеристик у сухому та вологому стані, визначаючи, як зростання вологості впливає на теплопровідність.

У процесі роботи студенти змодельюють ситуації, коли вода проникає в конструкцію, і визначать, які параметри необхідно контролювати для того, щоб запобігти втратам тепла. Окрім цього, буде приділено увагу вибору матеріалів для огорожувальних конструкцій, які можуть мінімізувати проникнення води і зберігати ефективність теплоізоляції.

Також студенти розглянуть методи захисту від проникнення води, зокрема використання пароізоляційних та гідроізоляційних матеріалів, а також вплив різних способів вентиляції на підтримку оптимального рівня вологості в будівлі. Розрахунок енергетичних витрат будівлі з урахуванням вологості в

конструкціях дозволить визначити потенційні економічні вигоди від вибору правильних матеріалів і технологій.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 15

Теоретичні питання

1. Як волога впливає на теплопровідність будівельних матеріалів?
2. Чому вологість матеріалів погіршує їхні теплоізоляційні властивості?
3. Які методи використовуються для вимірювання вологості в будівельних конструкціях?
4. Які матеріали найбільше страждають від впливу вологи в контексті теплоізоляції?
5. Які способи захисту будівельних конструкцій від проникнення вологи найбільш ефективні для збереження теплотехнічних характеристик?

16 РОЗРОБКА МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ В ЖИТЛОВИХ І ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЛЯХ

Мета заняття: розробка методів регулювання вологості повітря в житлових та промислових будівлях. Студенти повинні зрозуміти, як надмірна або недостатня вологість може впливати на комфорт і безпеку в приміщеннях, а також на експлуатаційні характеристики будівельних конструкцій. Основним завданням є освоєння технологій і методів, які дозволяють підтримувати оптимальний рівень вологості, зокрема у різних типах будівель.

Теоретичні положення. Вологість повітря є важливим фактором, що впливає на здоров'я людей, а також на функціонування будівель. Надмірна вологість може призвести до розвитку грибка, плісняви, корозії металевих елементів, погіршення теплоізоляційних властивостей матеріалів, а також загрози для будівельних конструкцій через замерзання води у холодну пору року. З іншого боку, надто низька вологість може спричиняти сухість повітря, що

негативно впливає на слизові оболонки організму та сприяє розвитку респіраторних захворювань.

До основних способів регулювання вологості належать механічне осушення повітря, використання зволожувачів, а також системи вентиляції та кондиціонування. Вони можуть застосовуватися залежно від умов конкретного приміщення, а також від специфічних вимог до підтримки вологості, наприклад, у медичних, промислових чи житлових приміщеннях.

Механічне осушення полягає у зменшенні вологості через спеціалізовані осушувачі повітря, що працюють за принципом конденсації вологи з повітря. Зволоження здійснюється за допомогою систем, які додають вологу в повітря через випаровування або інші методи. Окрім цього, вентиляційні системи можуть забезпечити оптимальну циркуляцію повітря для підтримки стабільного рівня вологості.

Основна частина. На занятті студенти будуть вивчати принципи роботи та конструктивні особливості основних методів регулювання вологості. Вони ознайомляться із різними типами зволожувачів та осушувачів, зокрема із механічними системами, які застосовуються в промисловості, і з більш простими системами, що використовуються в житлових будівлях.

Особливу увагу буде приділено вибору системи вентиляції для ефективного контролю вологості. Важливою частиною практичної роботи є розрахунок необхідної потужності вентиляційних установок, які забезпечують оптимальний рівень вологості, а також вибір відповідних фільтрів для запобігання накопиченню вологи в приміщенні.

Студенти будуть працювати з реальними прикладами проєктування системи зволоження та осушення для різних типів будівель, враховуючи їхнє призначення, кліматичні умови та вимоги до вологості. Вони також розглянуть ефективність різних методів залежно від обсягу приміщення, кількості осіб, що перебувають у ньому, а також конкретних вимог щодо підтримки мікроклімату.

Процес проєктування буде містити розрахунок необхідної кількості зволожувачів або осушувачів для забезпечення стабільного рівня вологості, а

також вибір системи вентиляції, що буде оптимальною для конкретного приміщення. Студенти також проведуть аналіз енергетичної ефективності різних методів регулювання вологості, враховуючи витрати на експлуатацію.

ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 16

Теоретичні питання

1. Які основні способи регулювання вологості в будівлях?
2. Який вплив на здоров'я та комфорт має оптимальний рівень вологості в приміщеннях?
3. Як осушувачі повітря зменшують рівень вологості в приміщеннях?
4. Які фактори потрібно враховувати під час вибору системи зволоження для будівлі?
5. Як система вентиляції може впливати на рівень вологості в приміщеннях?

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Lintao Fan and all, Temperature field analysis in tunnel construction ventilation with emphasis on duct leakage and thermal conductivity, Case Studies in Thermal Engineering, Vol. 61, September 2024, 105102. URL: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2024.105102> (date of the application: 03.05.2025).
2. Rong Liu and all, Tunnel construction ventilation frequency-control based on radial basis function neural network, Automation in Construction, Vol. 118, October 2020, 103293. URL: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103293> (date of the application: 03.05.2025).
3. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Чинний від 2022–01–09. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. 27 с.
4. Chen Ren and all, Construction of linear temperature model using non-dimensional heat exchange ratio: Towards fast prediction of indoor temperature and heating, ventilation and air conditioning systems control, Energy and Buildings, Vol. 251, 15 November 2021, 111351. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111351> (date of the application: 03.05.2025).
5. Ming-Rui Luo and all, Effect of tunnel ventilation on surrounding rock temperature field and heat regulating circle during construction phase, Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 150, August 2024, 105835. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tust.2024.105835> (date of the application: 03.05.2025).
6. ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання. Чинний від 2020–01–06. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. 109 с.
7. ДБН В.2.5-77:2014. Котельні зі зміною № 1. Чинний від 2018–01–07. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 55 с.
8. Burda Y. Comprehensive analysis of thermodynamic and thermophysical processes in heat and gas supply and ventilation systems: theoretical foundations and engineering solutions: monograph / Y. Burda; Kharkiv. O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv. – Kharkiv : O. M. Beketov NUUE, 2025. 130 p. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/68140/> (date of the application: 03.05.2025).

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до проведення практичних занять та самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕПЛОТЕХНІКИ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм
навчання зі спеціальності 133 – Галузеве машинобудування
галузі знань 13 – Механічна інженерія, освітня програма «Галузеве
машинобудування»)*

Укладач **БУРДА** Юрій Олександрович

Відповідальний за випуск *Ю. І. Чайка*

Редактор *Б. О. Хільська*

Комп'ютерне верстання *Ю. О. Бурда*

План 2025, поз. 500М

Підп. до друку 26.05.2025. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 2,0.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.

